



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV AUTOMOBILNÍHO A DOPRAVNÍHO INŽENÝRSTVÍ

INSTITUTE OF AUTOMOTIVE ENGINEERING

SEMIAKTIVNÍ SYSTÉM ODPRUŽENÍ VOZIDLA

VEHICLE SEMI-ACTIVE SUSPENSION SYSTEM

PŘÍLOHY K DIPLOMOVÉ PRÁCI

MASTER'S THESIS APPENDICES

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Martin Salcburger

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Ondřej Blaťák, Ph.D.

BRNO 2016

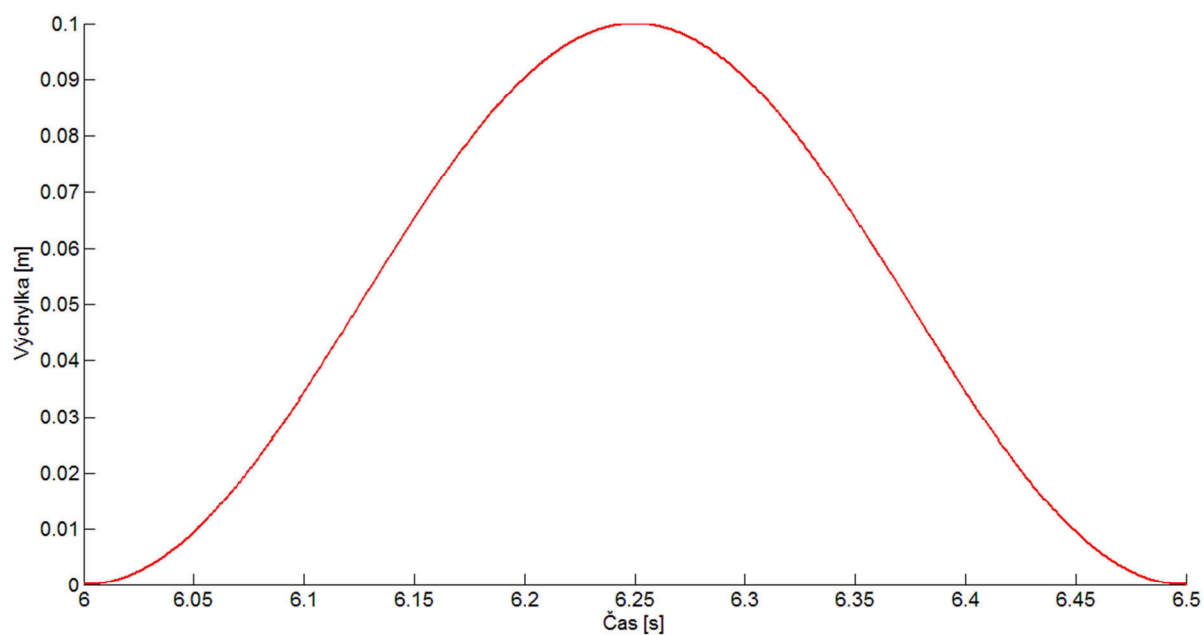


OBSAH

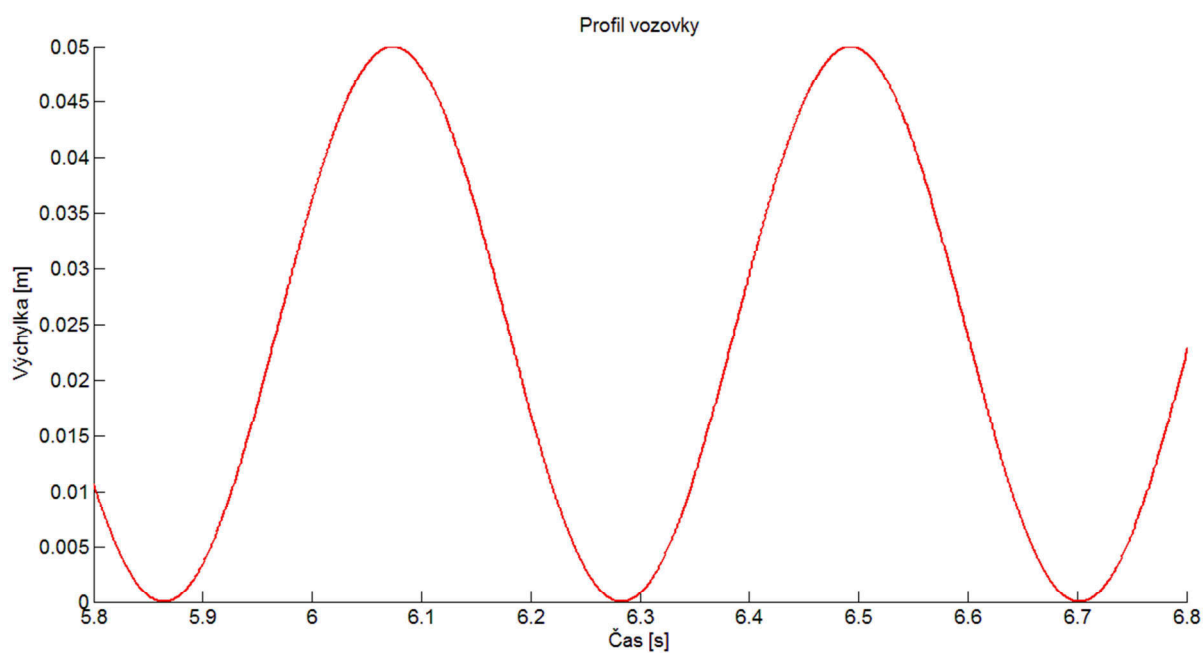
Příloha 1 – Profil vozovky	2
Příloha 2 – Jízdní bezpečnost (profil vozovky A)	3
Příloha 3 – Jízdní komfort (profil vozovky A)	10
Příloha 4 – Jízdní bezpečnost (profil vozovky B)	17
Příloha 5 – Jízdní komfort (profil vozovky B)	24
Příloha 6 - Vliv změny poměru mezi minimální a maximální konstantou tlumení (profil vozovky A)	31
Příloha 7 - Vliv změny maximální a minimální konstanty tlumení při zachování poměru (profil vozovky A)	51
Příloha 8 – Validace výsledků	71



PŘÍLOHA 1 – PROFIL VOZOVKY



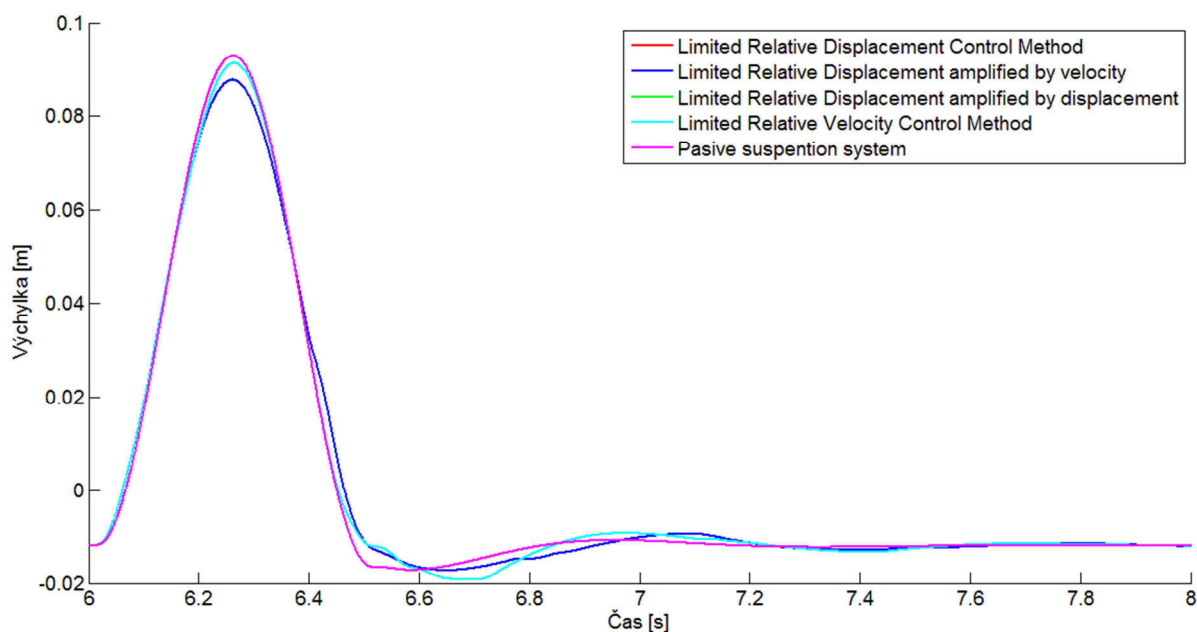
Graf. 1 Profil vozovky A (jedna vlna tvaru sinusovky)



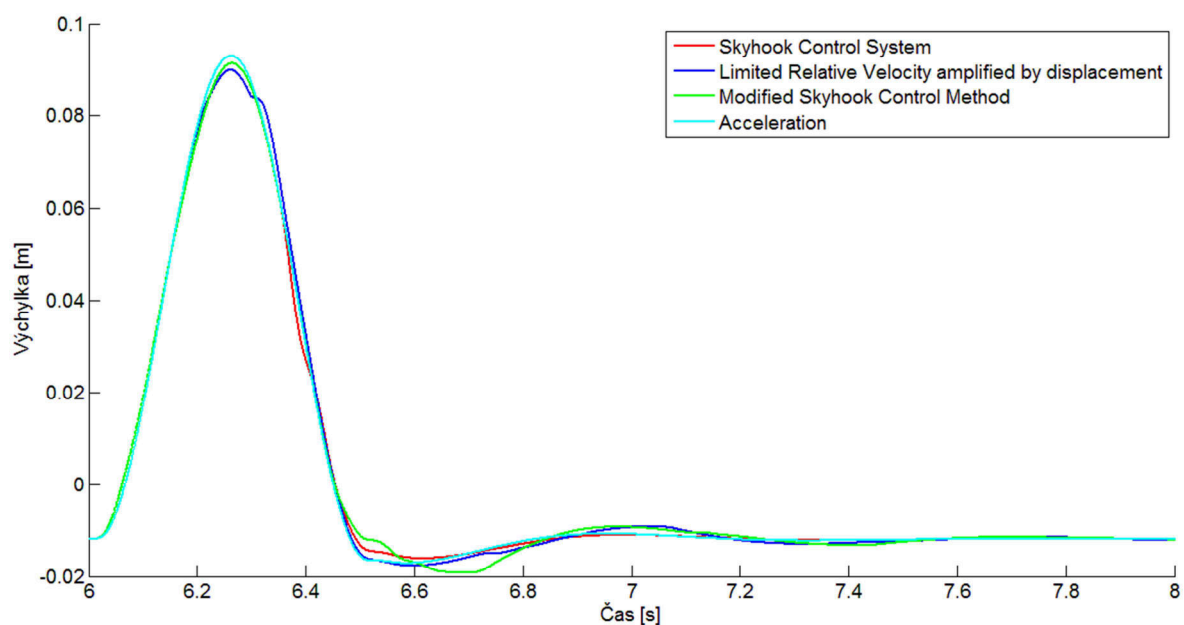
Graf. 2 Profil vozovky B (opakovaný sinusový signál)



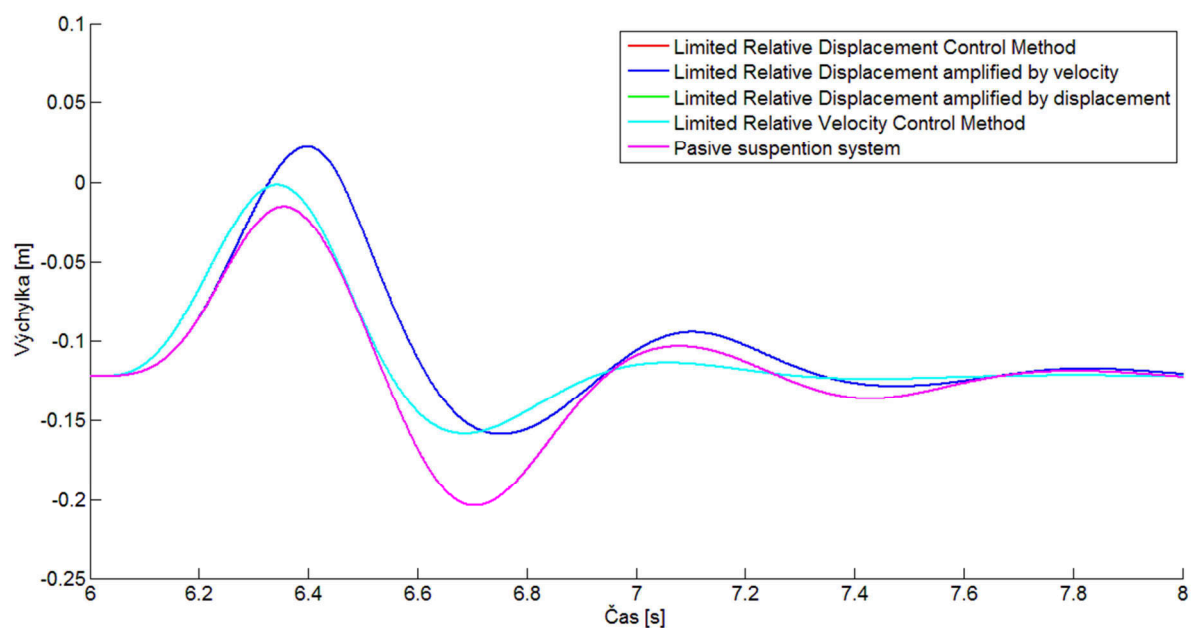
PŘÍLOHA 2 – JÍZDNÍ BEZPEČNOST (PROFIL VOZOVKY A)



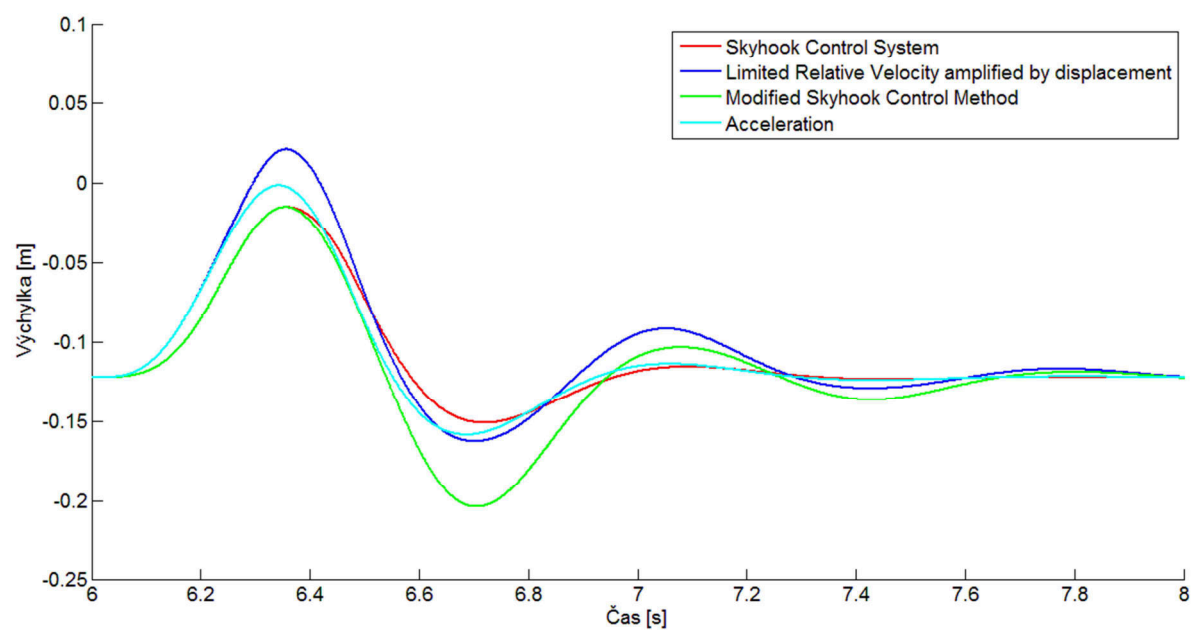
Graf. 3 Výchylka neodpružené hmoty (1. část)



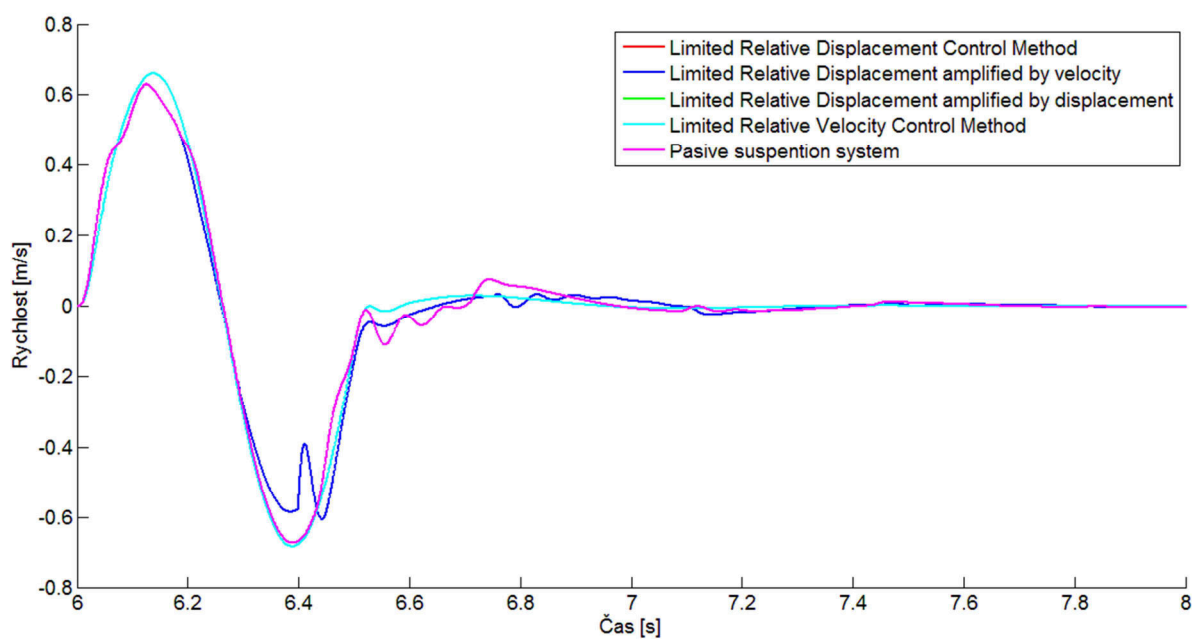
Graf. 4 Výchylka neodpružené hmoty (2. část)



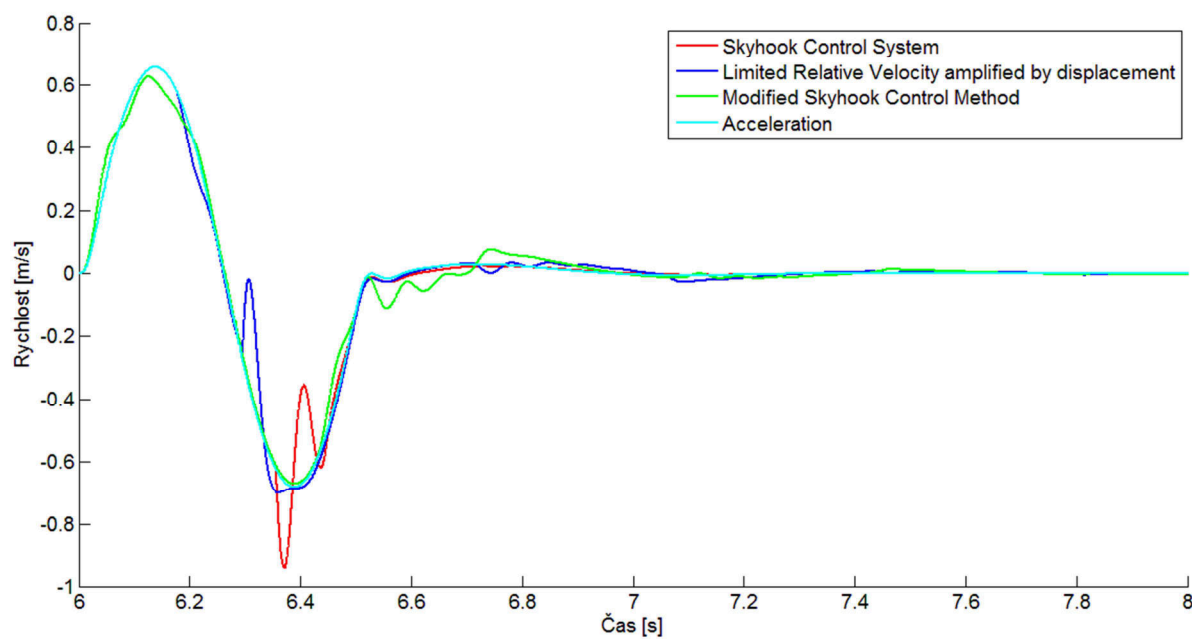
Graf. 5 Výchylka odpružené hmoty (1. část)



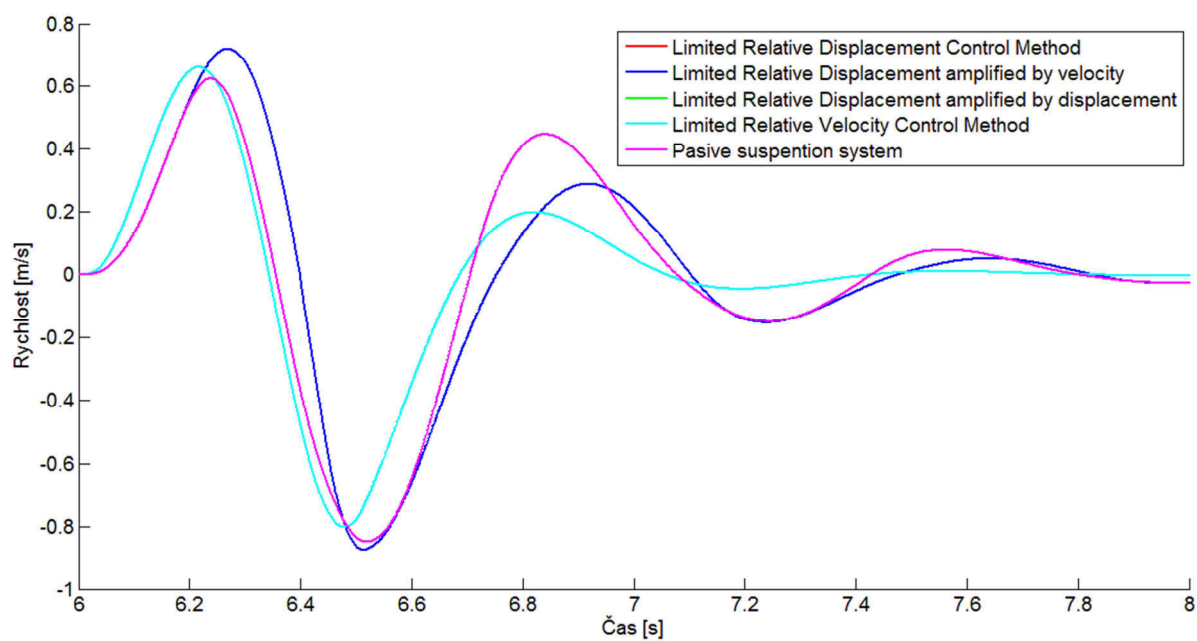
Graf. 6 Výchylka odpružené hmoty (2. část)



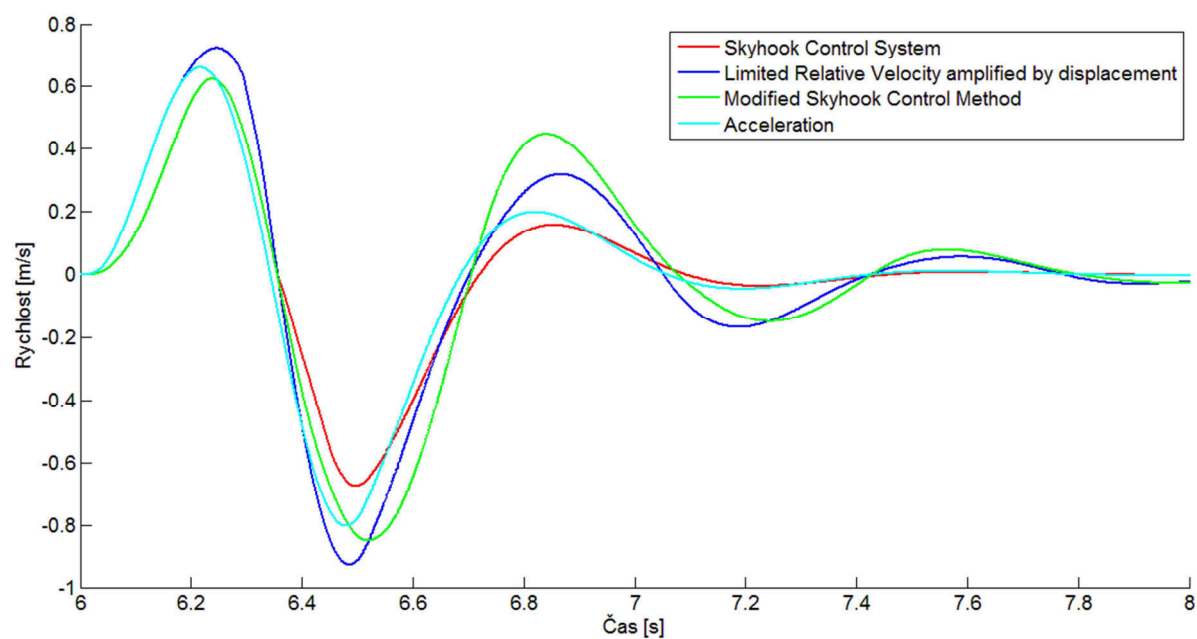
Graf. 7 Rychlost neodpružené hmoty (1. část)



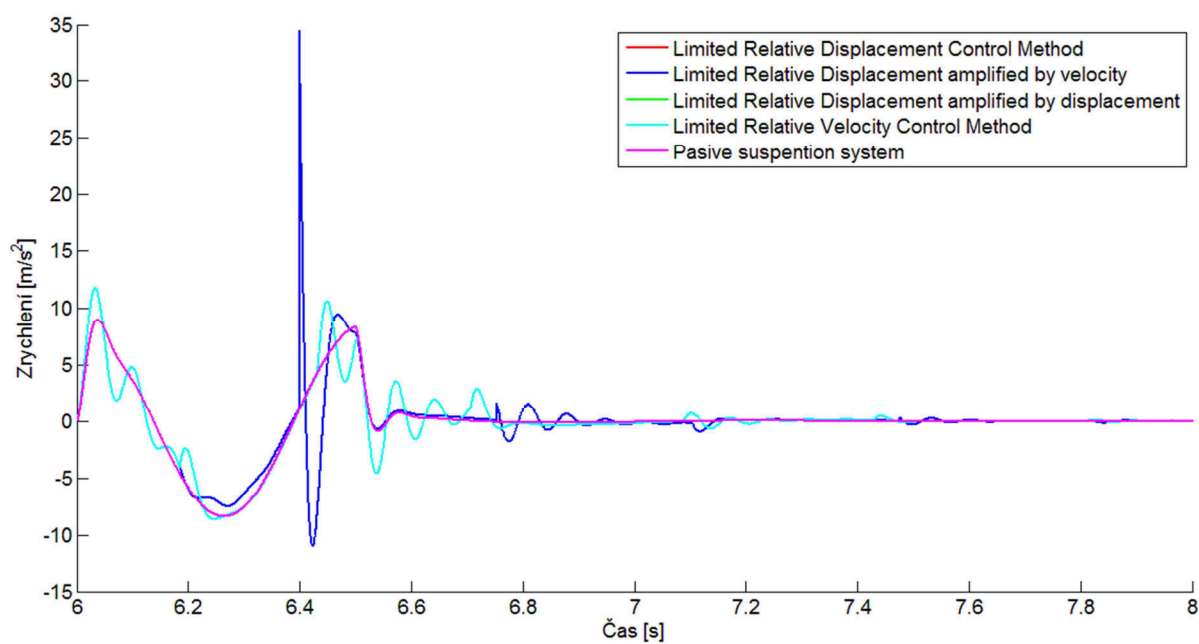
Graf. 8 Rychlost neodpružené hmoty (2. část)



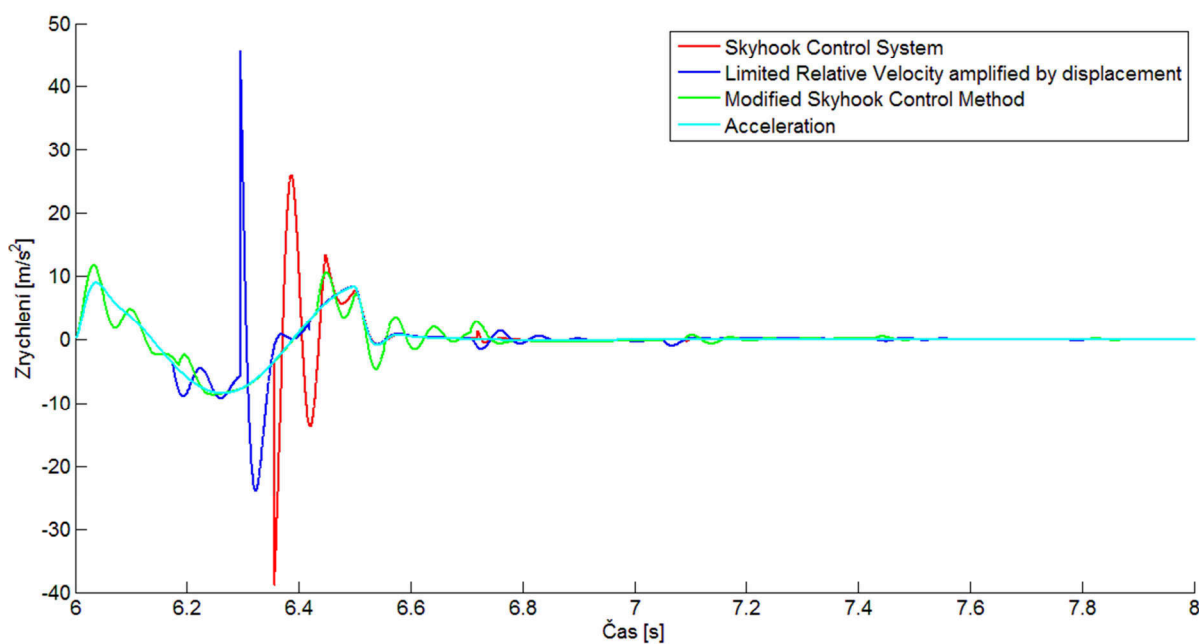
Graf. 9 Rychlost odpružené hmoty (1. část)



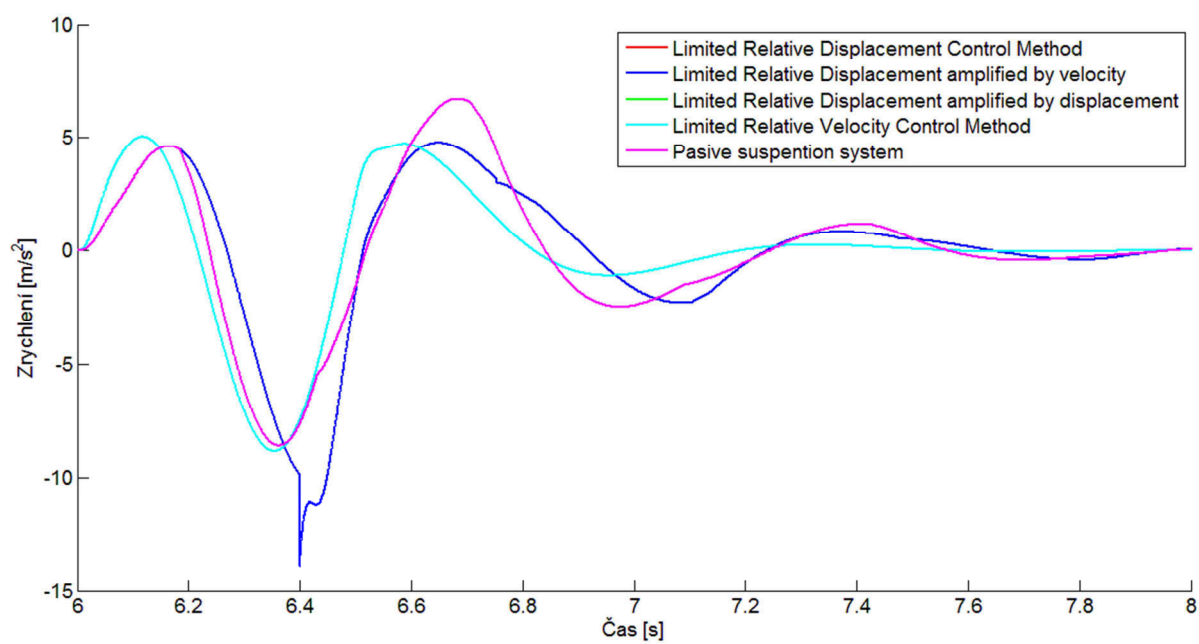
Graf. 10 Rychlost odpružené hmoty (2. část)



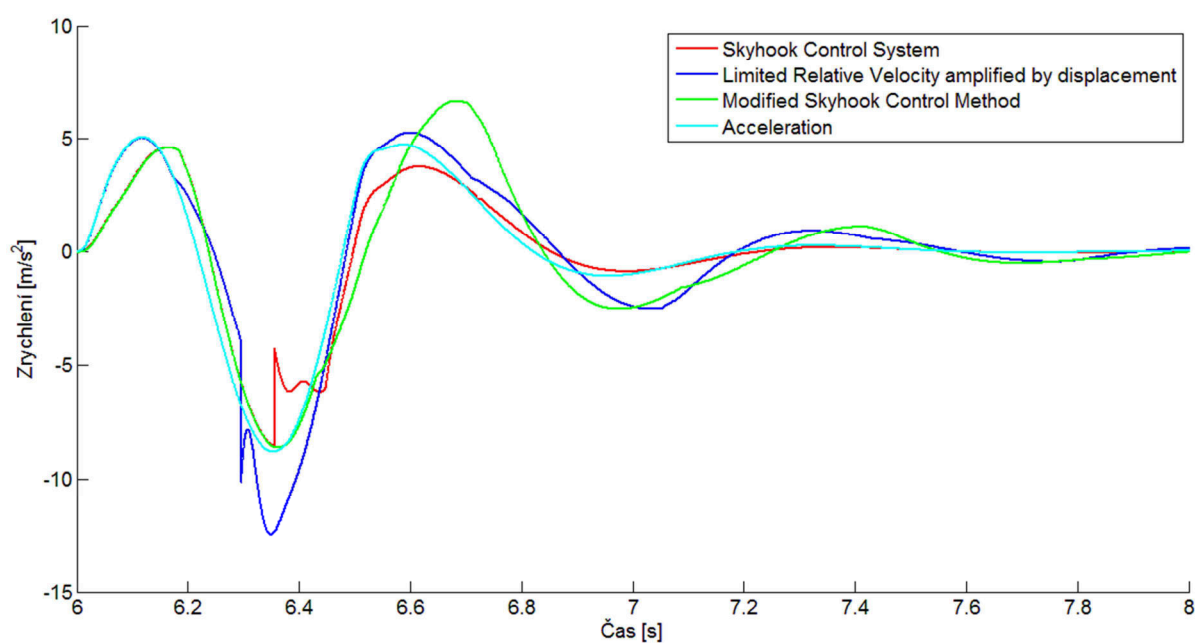
Graf. 11 Zrychlení neodpružené hmoty (1. část)



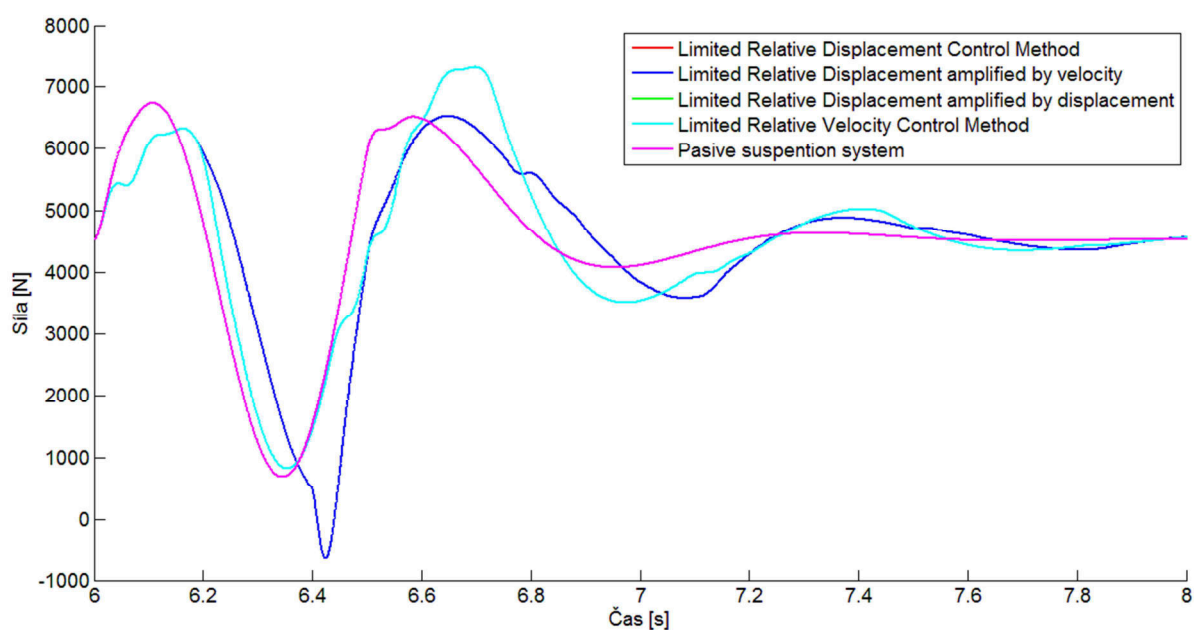
Graf. 12 Zrychlení neodpružené hmoty (2. část)



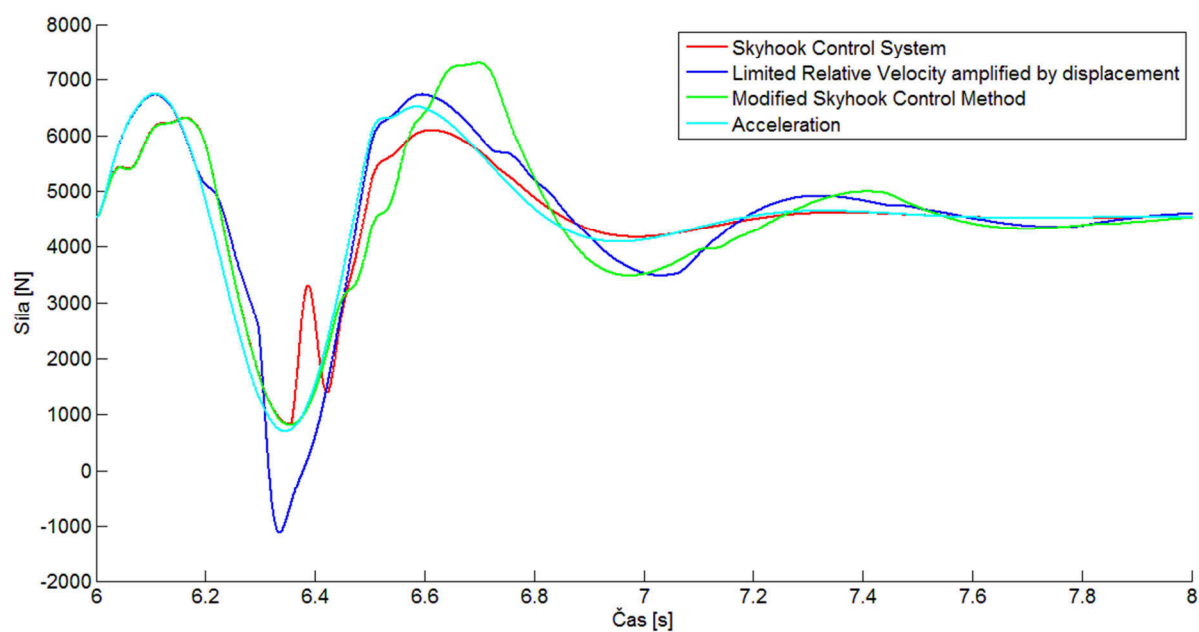
Graf. 13 Zrychlení odpružené hmoty (1. část)



Graf. 14 Zrychlení odpružené hmoty (2. část)

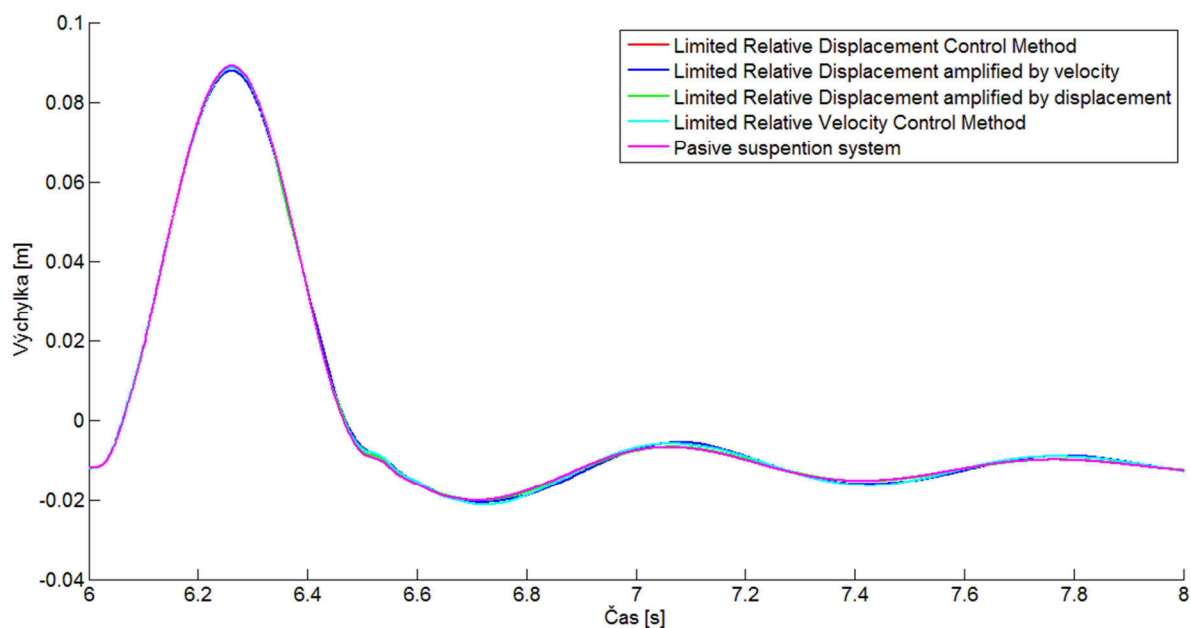


Graf. 15 Síla pod pneumatikou (1. část)

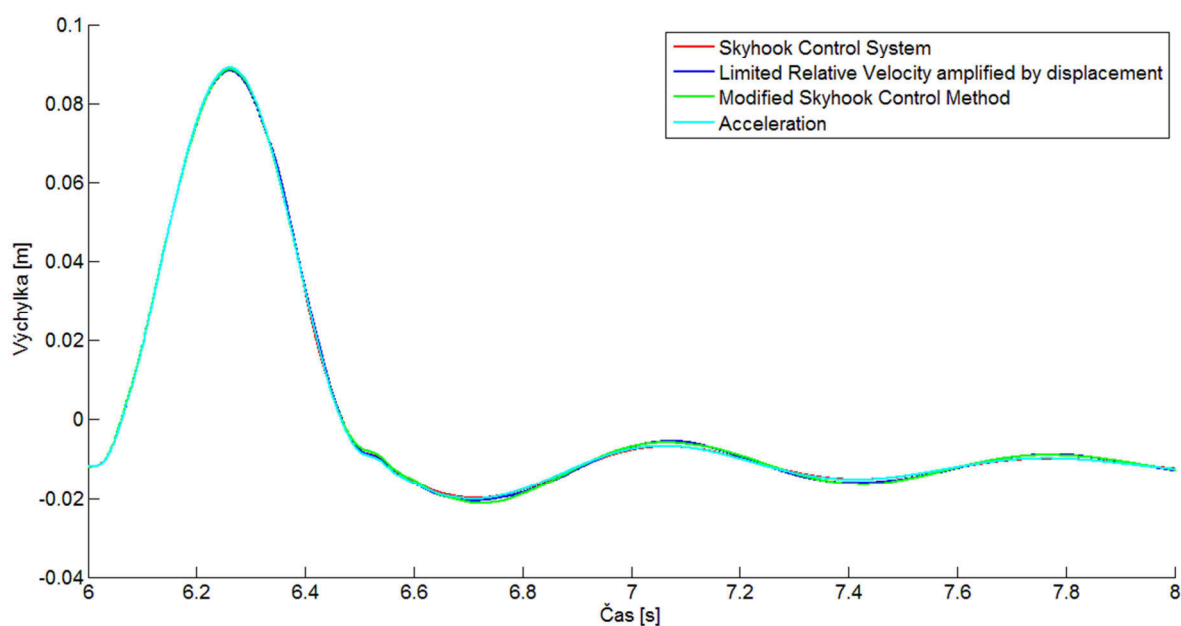


Graf. 16 Síla pod pneumatikou (2. část)

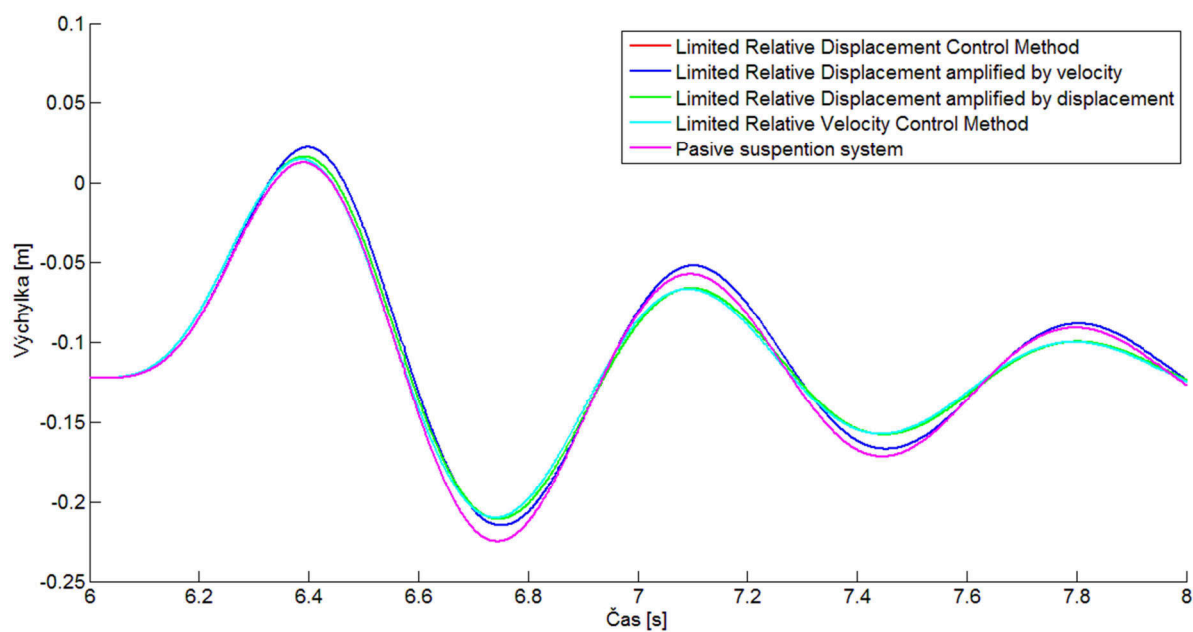
PŘÍLOHA 3 – JÍZDNÍ KOMFORT (PROFIL VOZOVKY A)



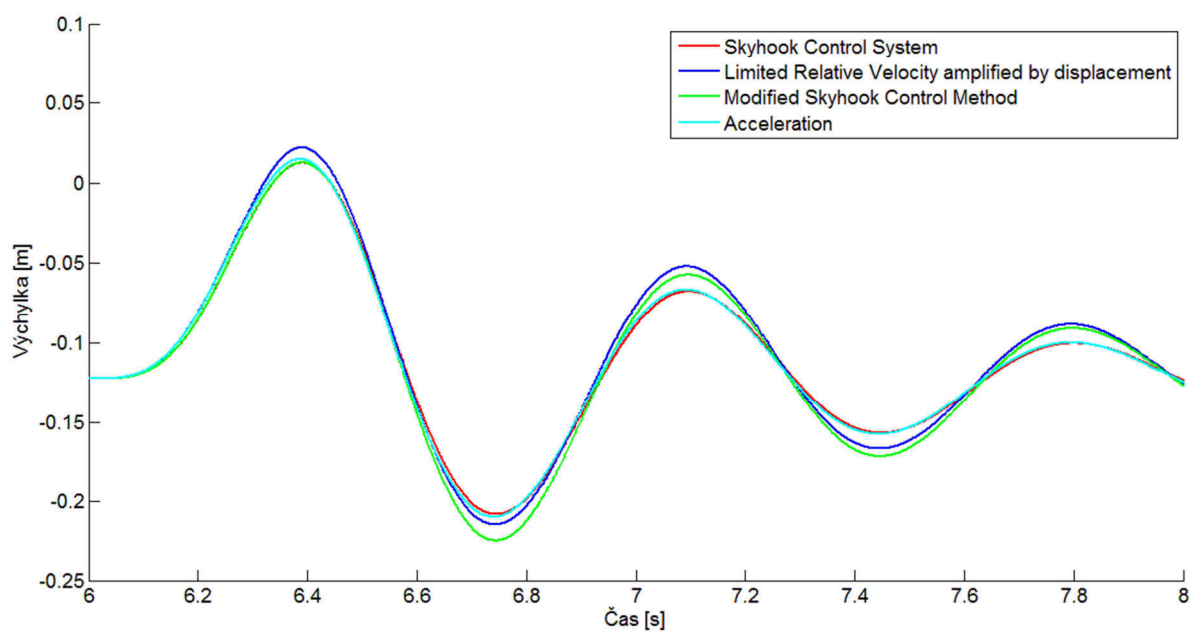
Graf. 17 Výchylka neodpružené hmoty (1. část)



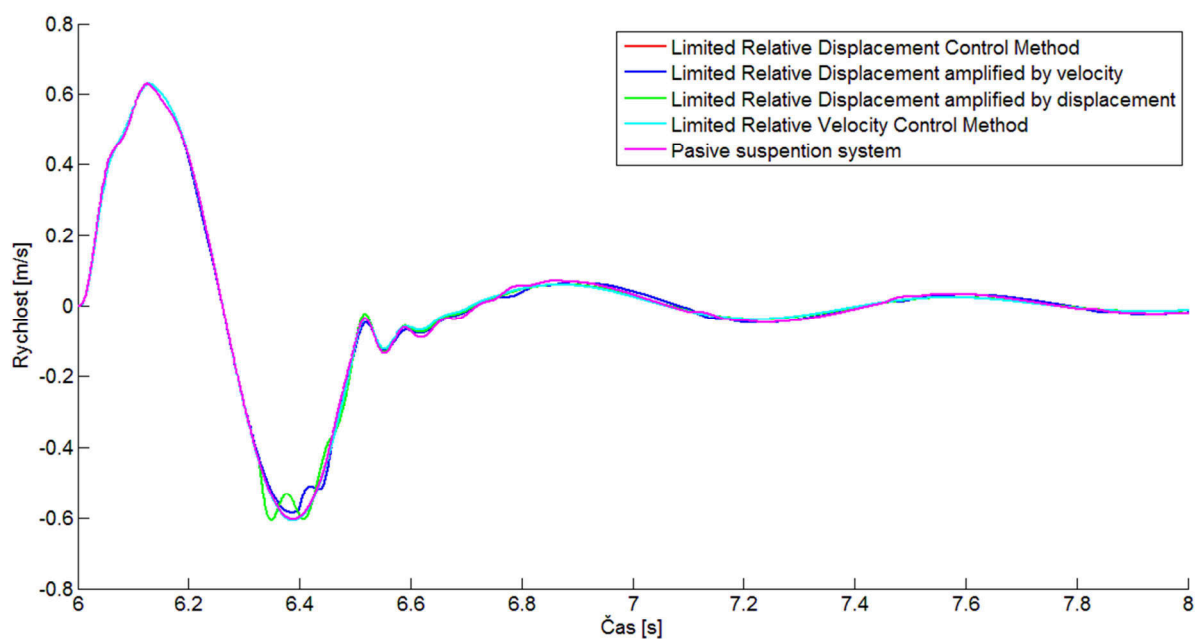
Graf. 18 Výchylka neodpružené hmoty (2. část)



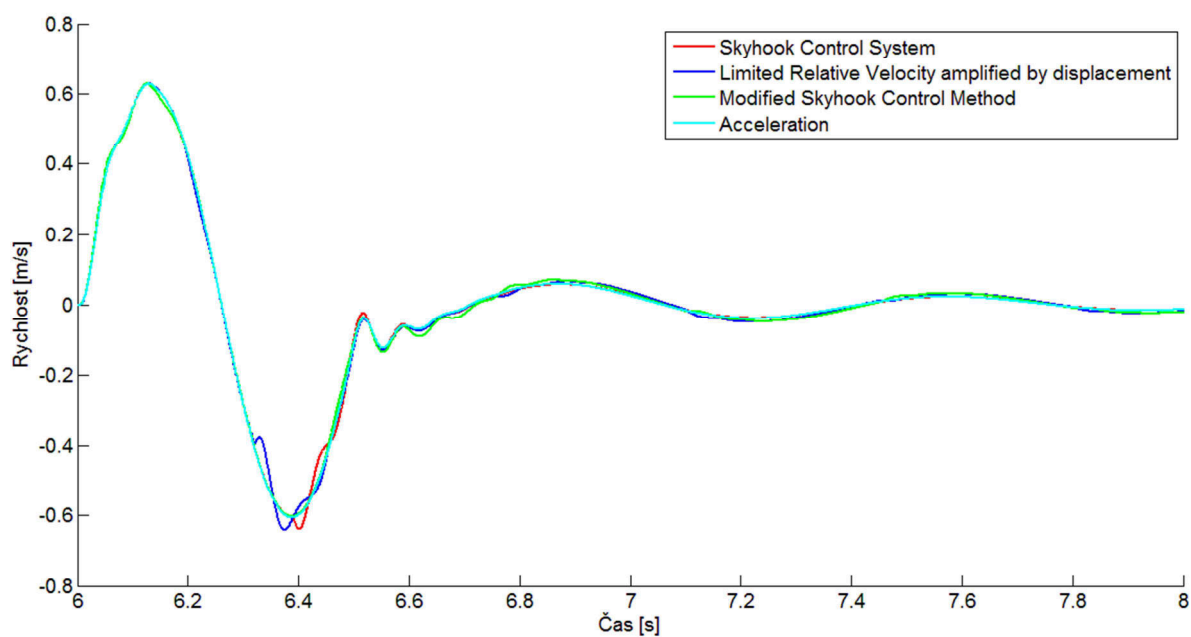
Graf. 19 Výchylka odpružené hmoty (1. část)



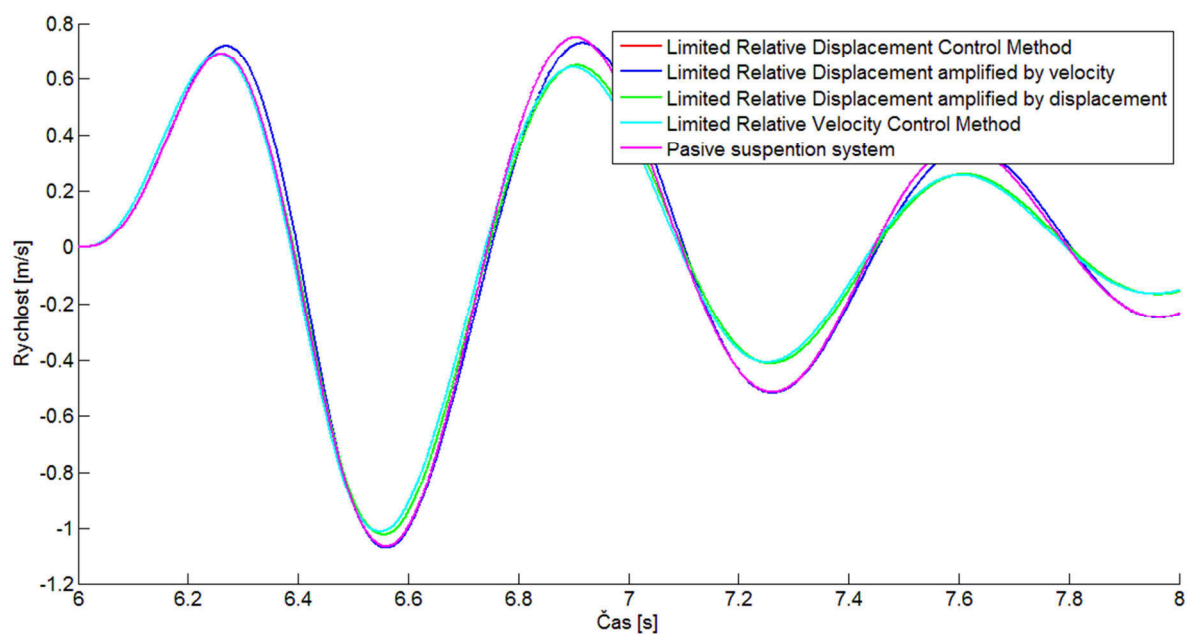
Graf. 20 Výchylka odpružené hmoty (2. část)



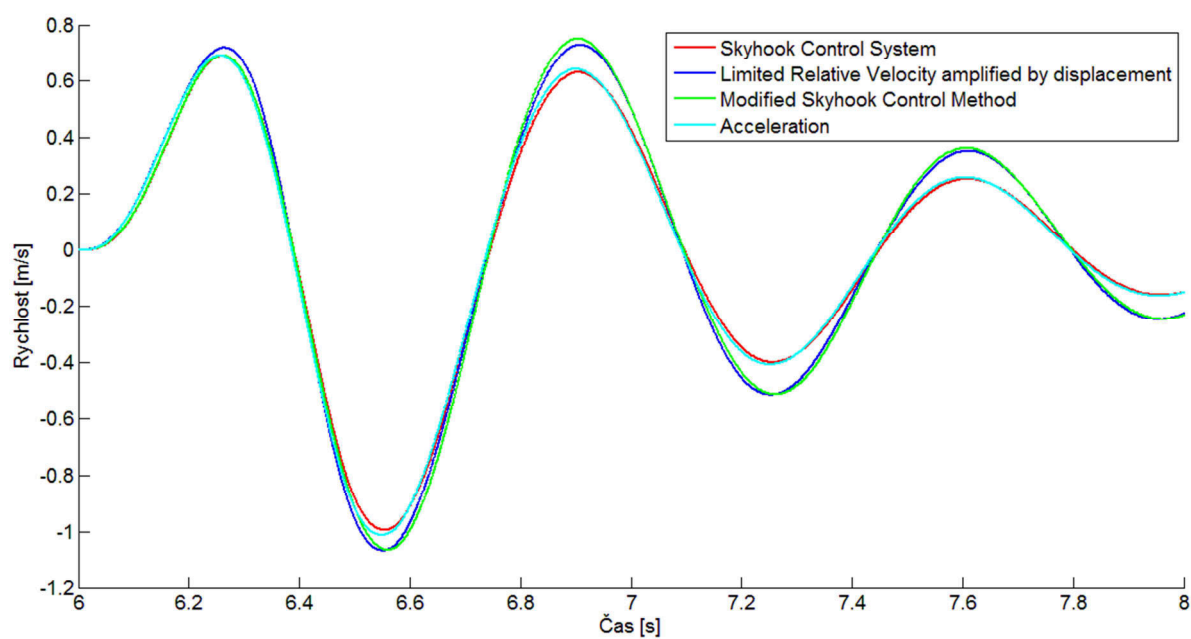
Graf. 21 Rychlost neodpružené hmoty (1. část)



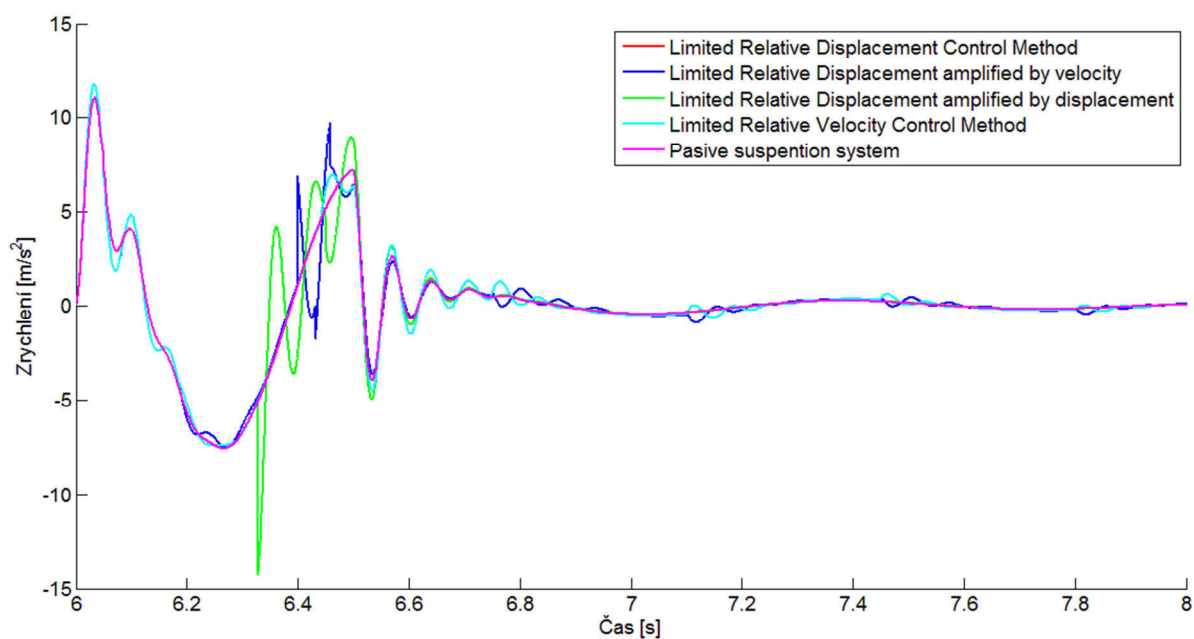
Graf. 22 Rychlost neodpružené hmoty (2. část)



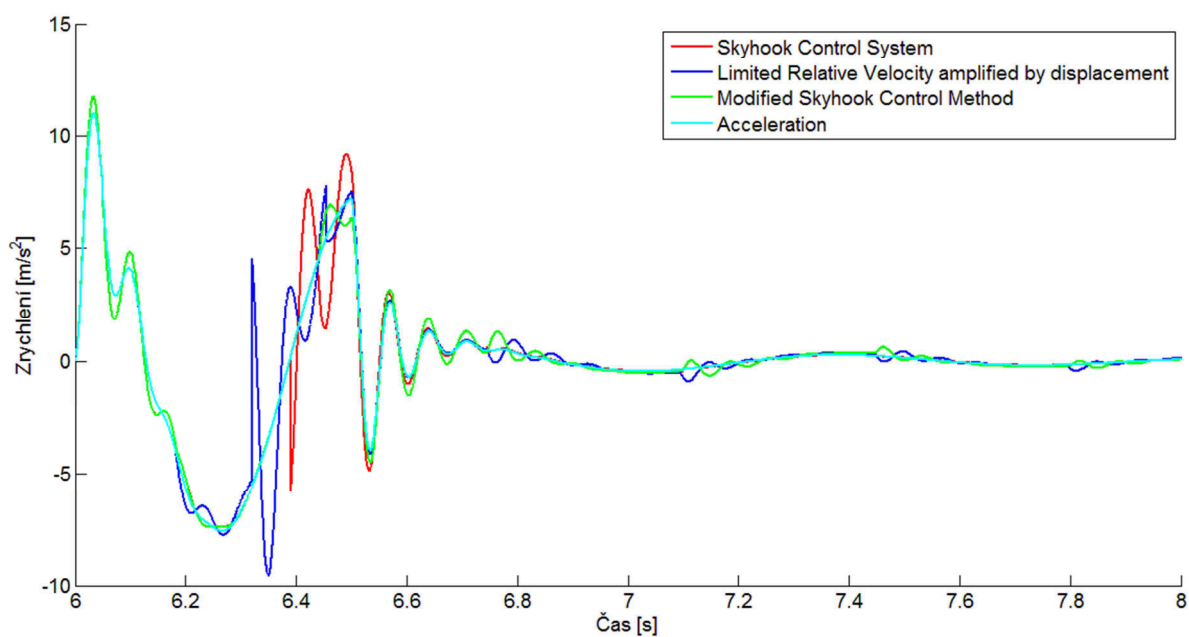
Graf. 23 Rychlost odpružené hmoty (1. část)



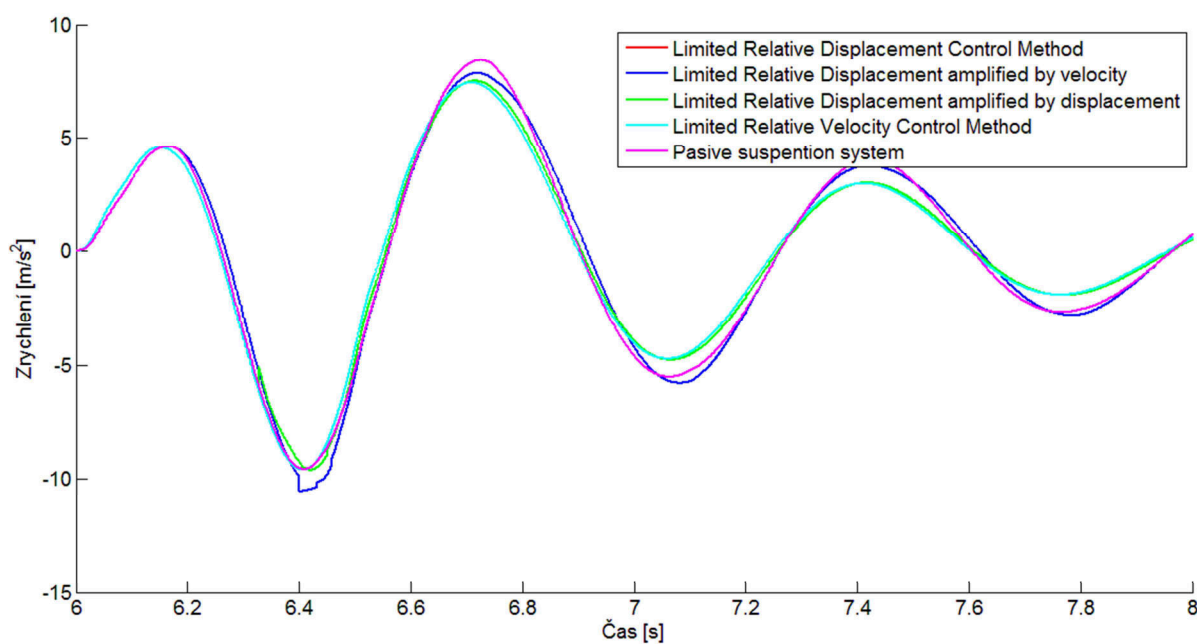
Graf. 24 Rychlost odpružené hmoty (2. část)



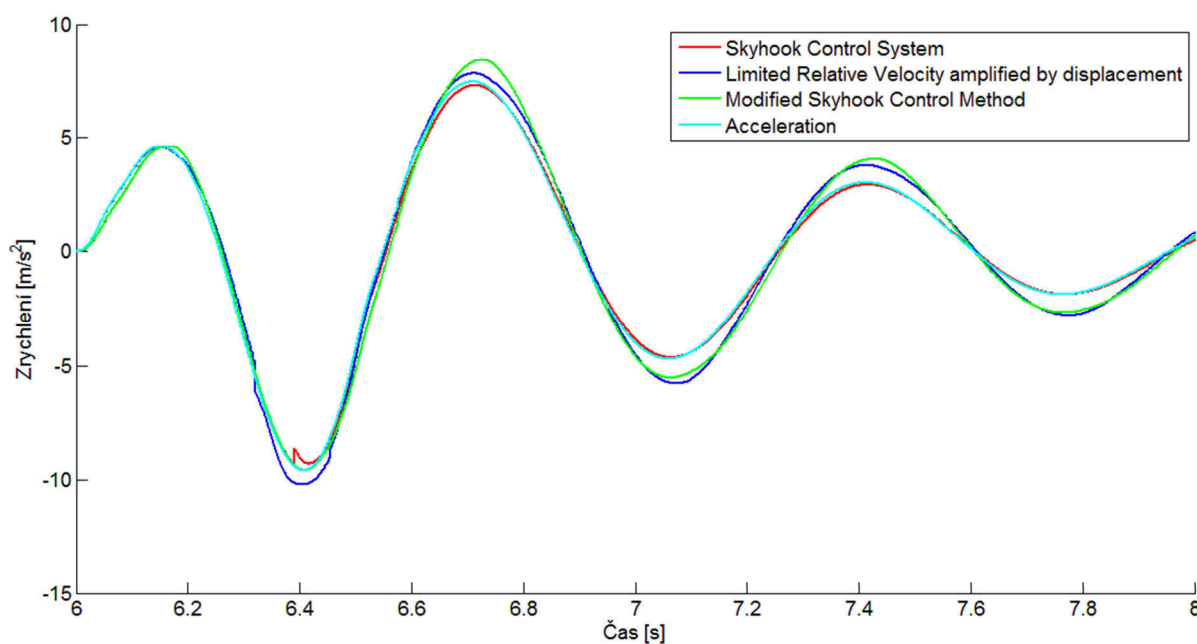
Graf. 25 Zrychlení neodpružené hmoty (1. část)



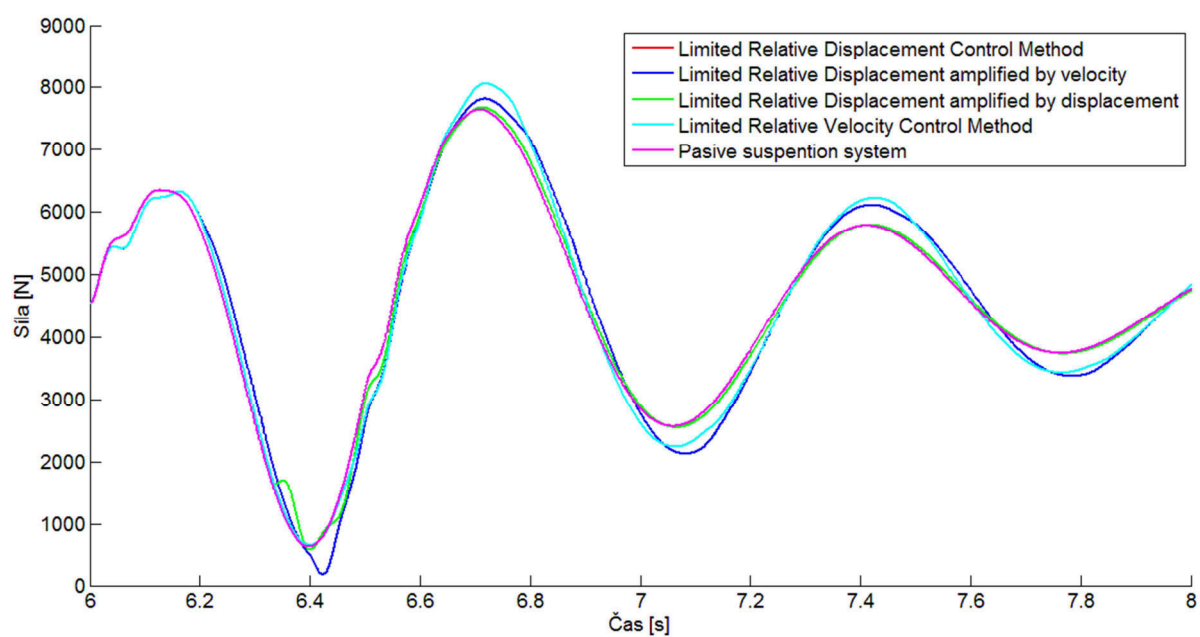
Graf. 26 Zrychlení neodpružené hmoty (2. část)



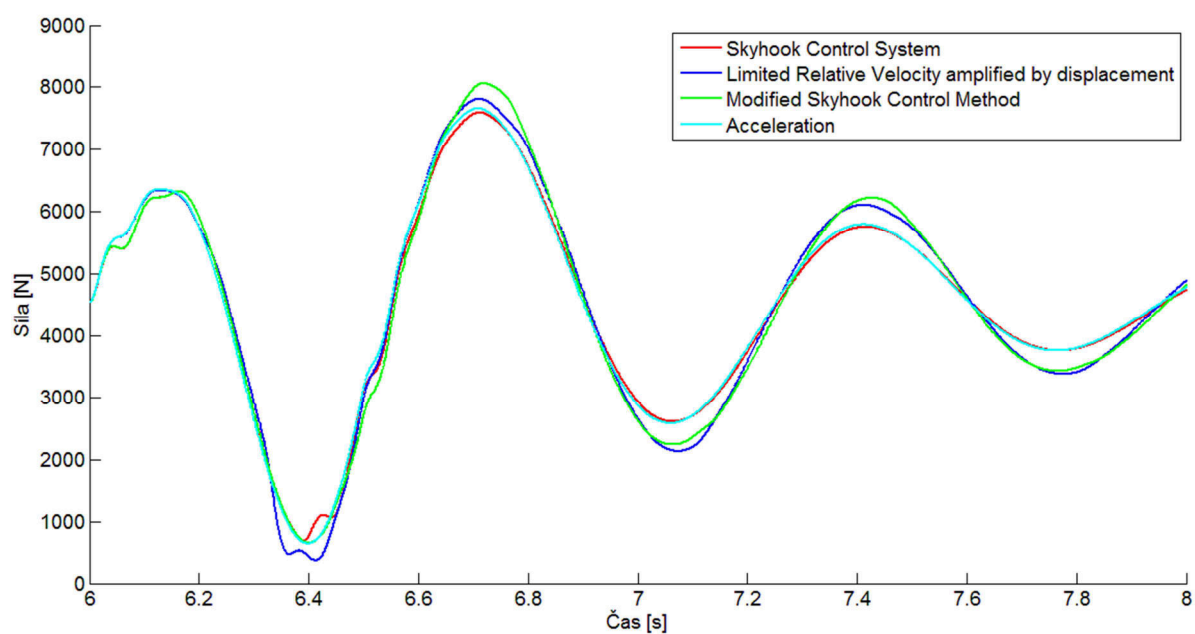
Graf. 27 Zrychlení odpružené hmoty (1. část)



Graf. 28 Zrychlení odpružené hmoty (2. část)



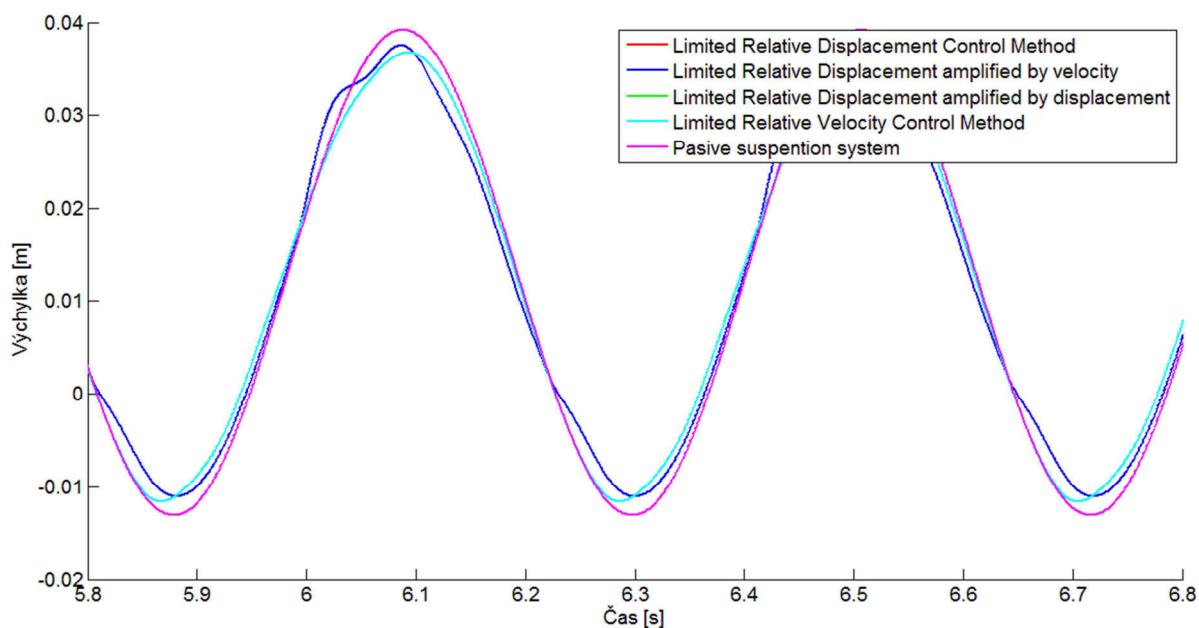
Graf. 29 Síla pod pneumatikou (1. část)



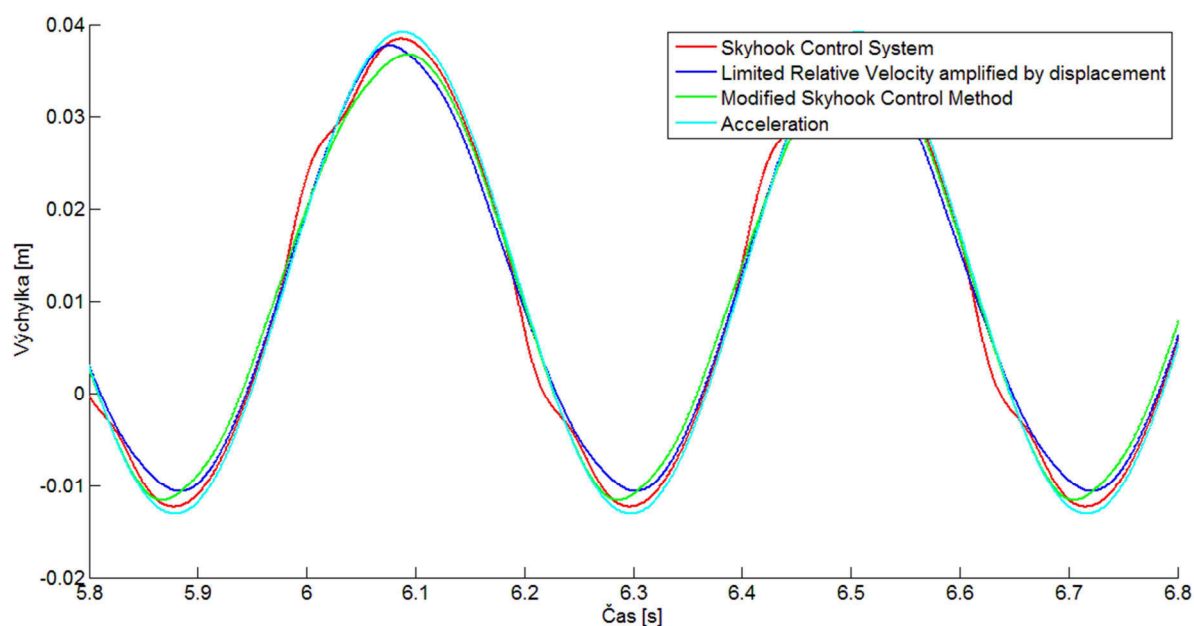
Graf. 30 Síla pod pneumatikou (2. část)



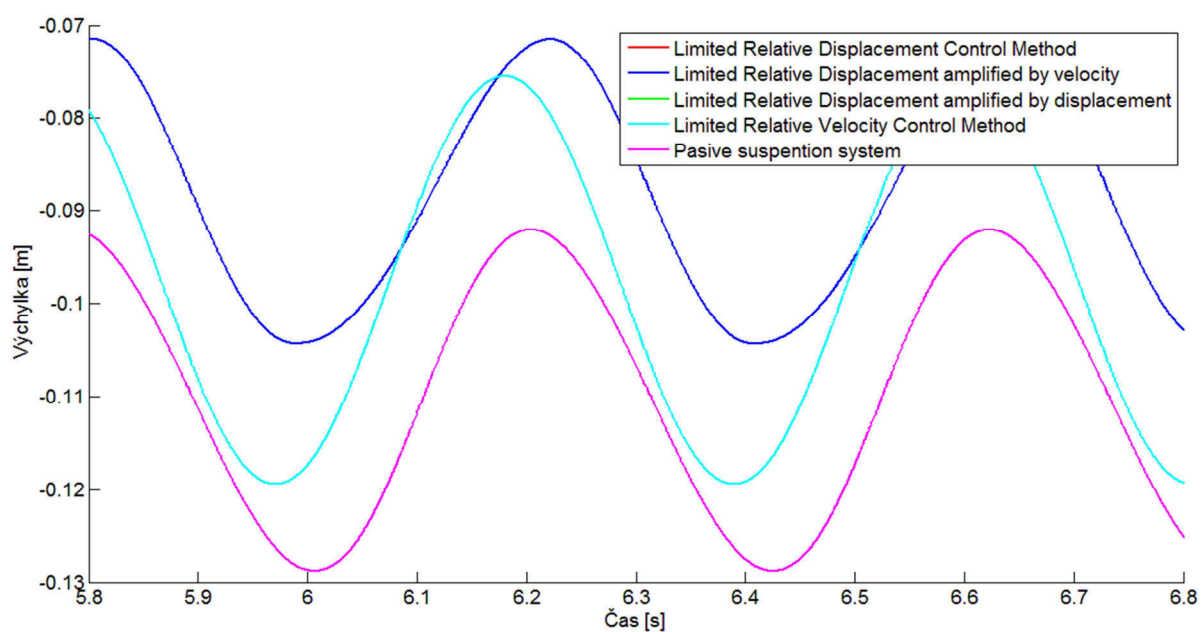
PŘÍLOHA 4 – JÍZDNÍ BEZPEČNOST (PROFIL VOZOVKY B)



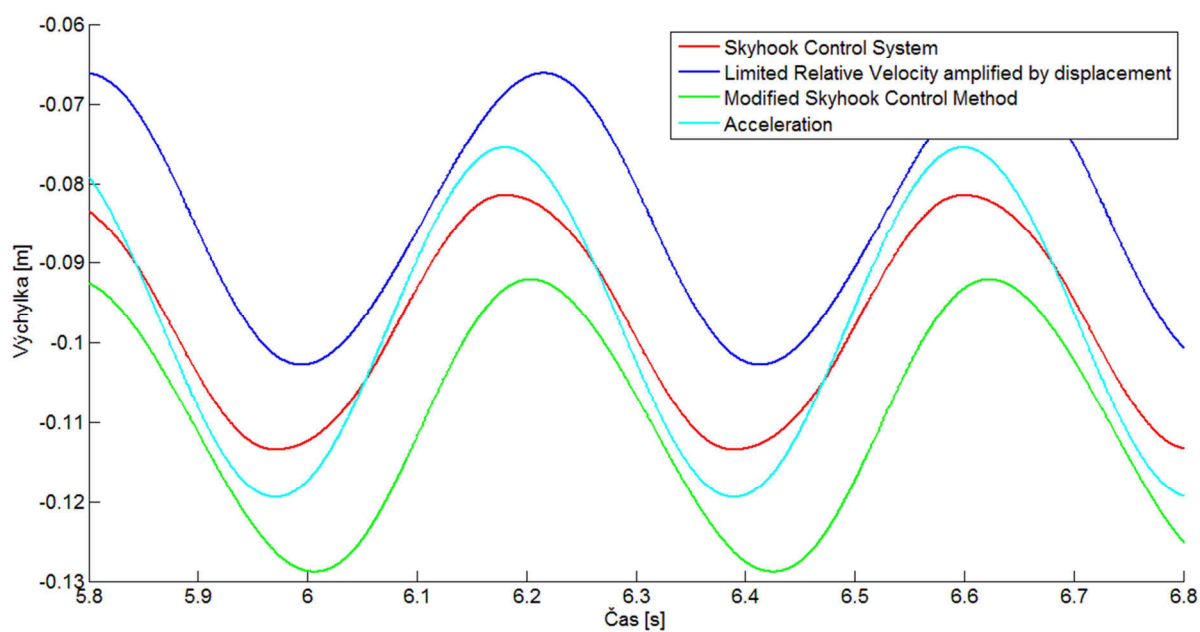
Graf. 31 Výchylka neodpružené hmoty (1. část)



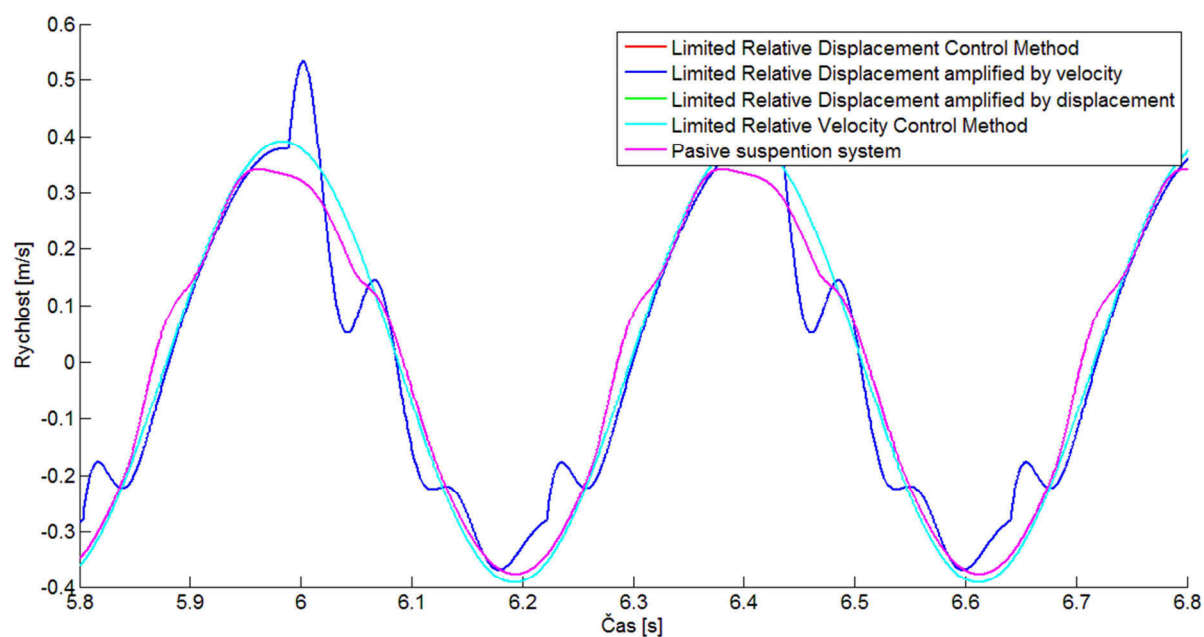
Graf. 32 Výchylka neodpružené hmoty (2. část)



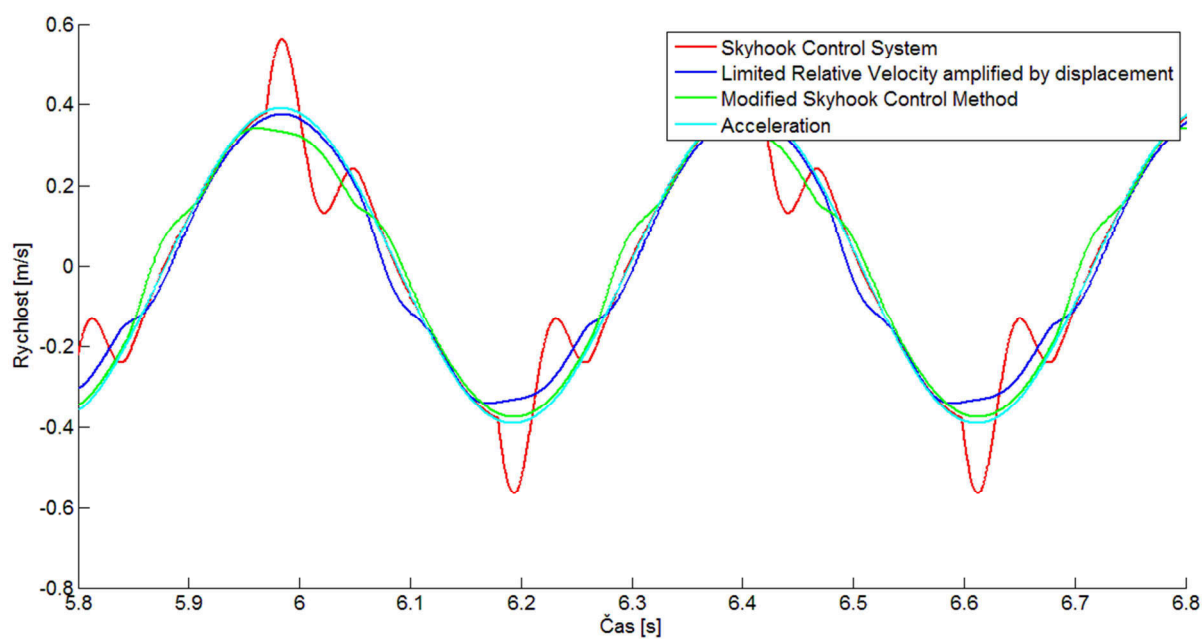
Graf. 33 Výchylka odpružené hmoty (1. část)



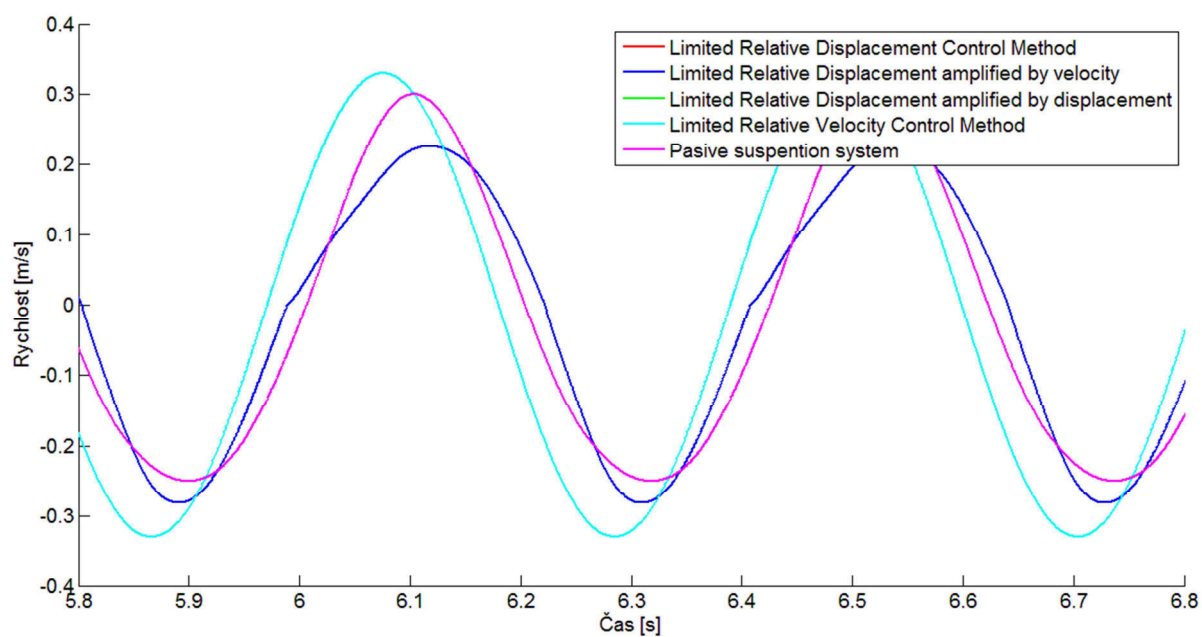
Graf. 34 Výchylka odpružené hmoty (2. část)



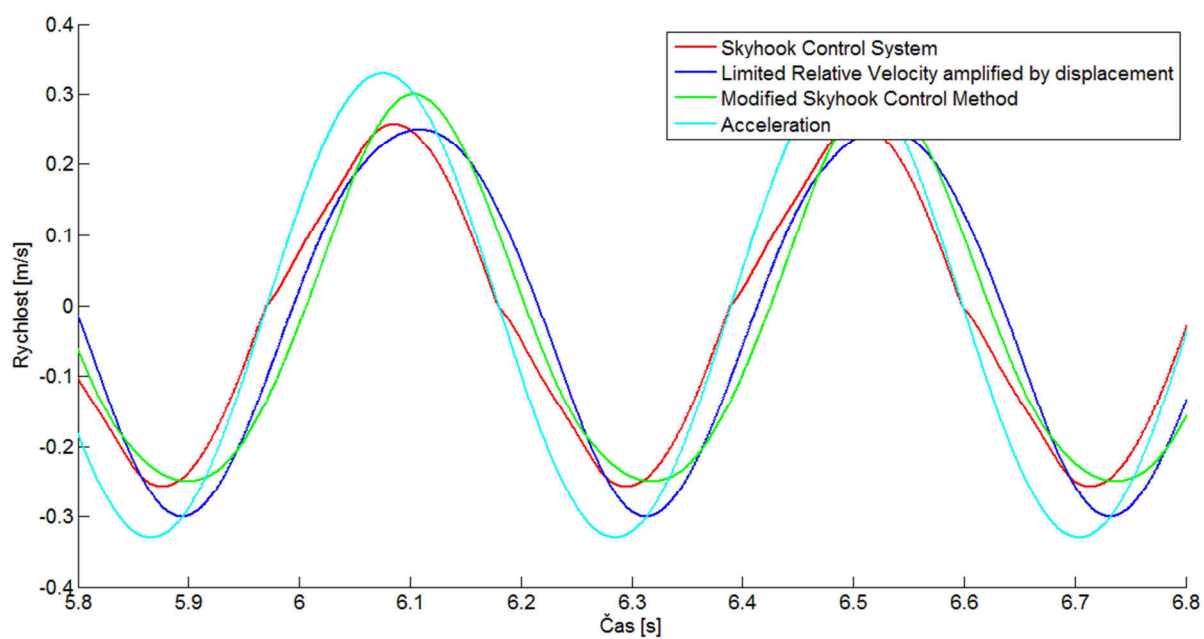
Graf. 35 Rychlost neodpružené hmoty (1. část)



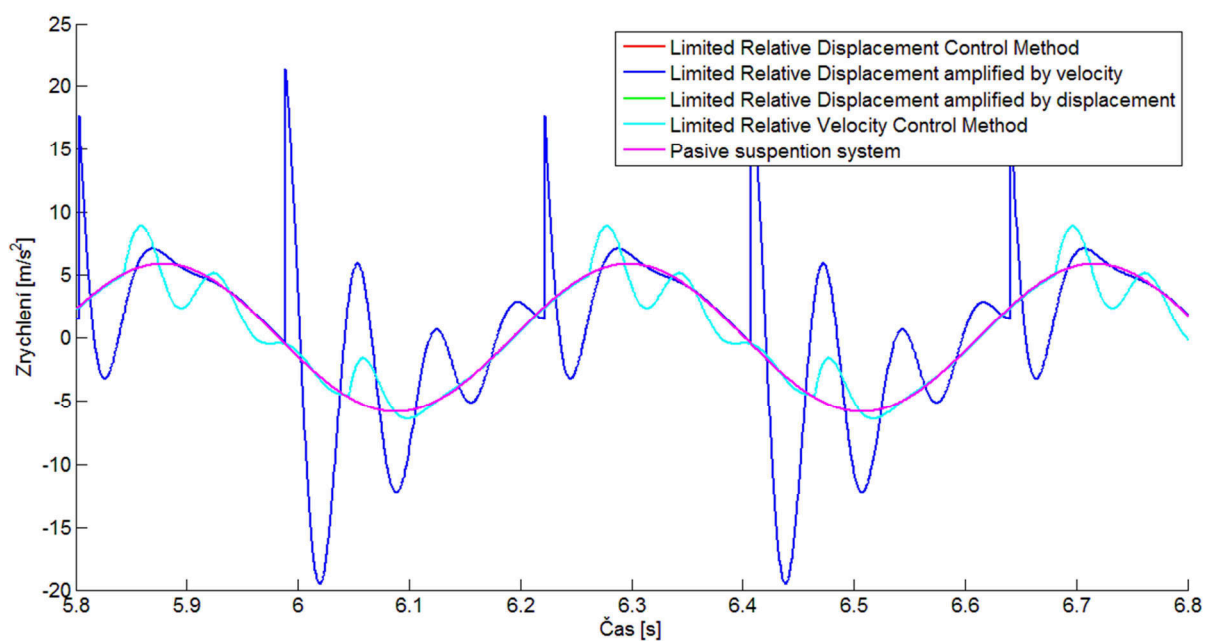
Graf. 36 Rychlost neodpružené hmoty (2. část)



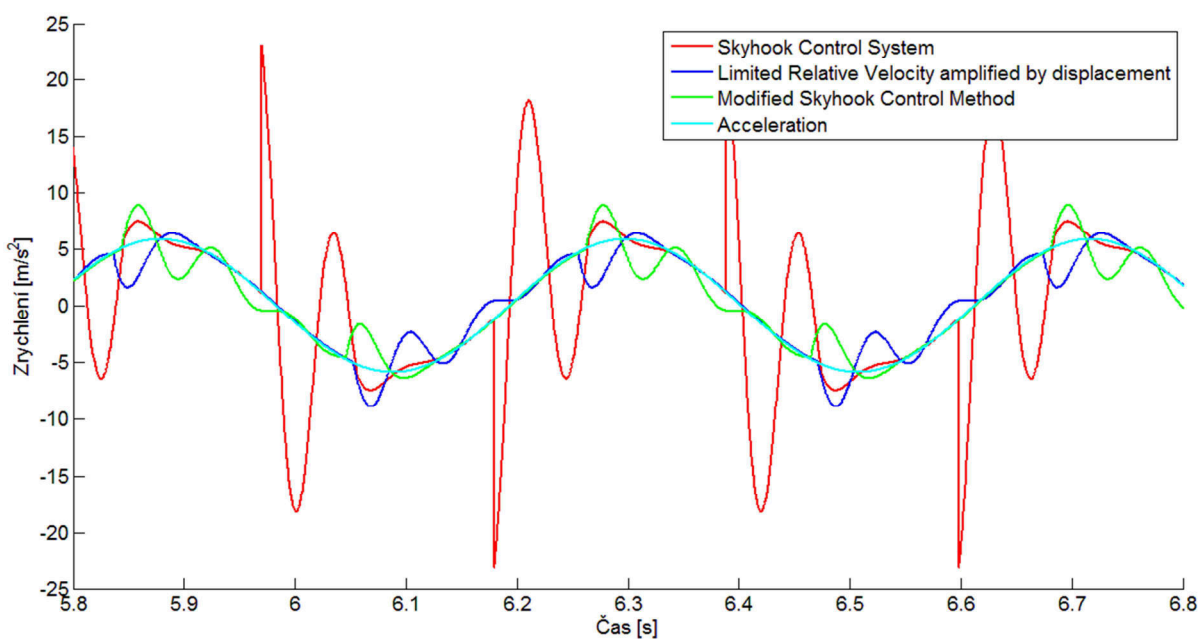
Graf. 37 Rychlost odpružené hmoty (1. část)



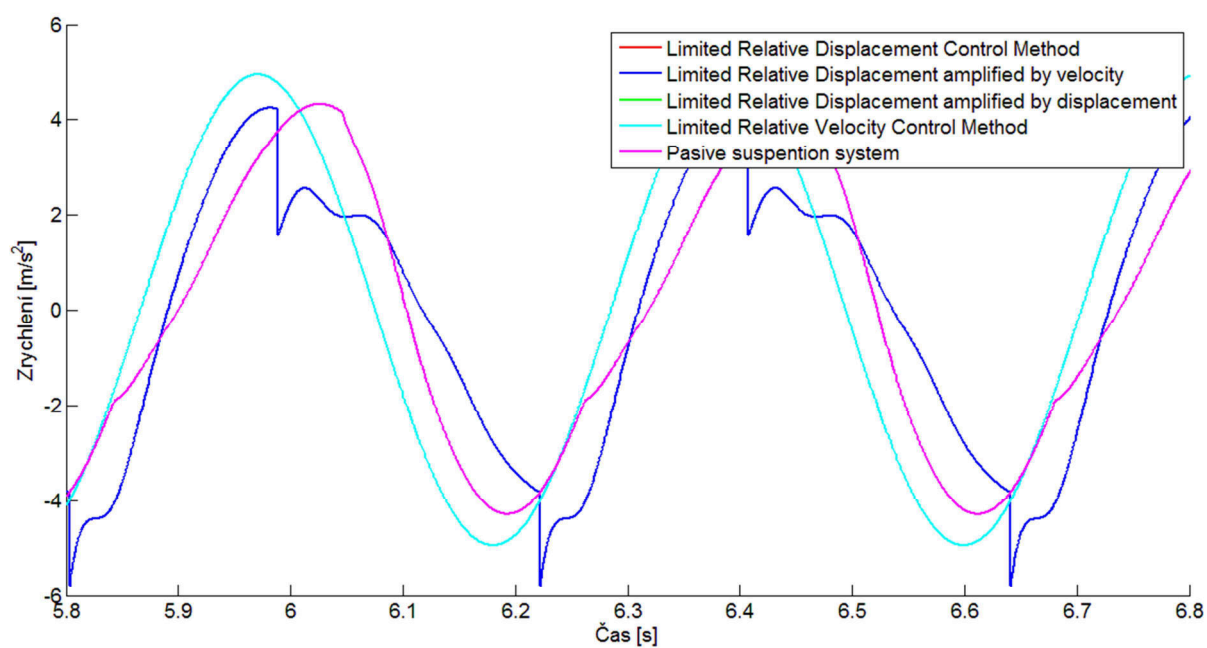
Graf. 38 Rychlost odpružené hmoty (2. část)



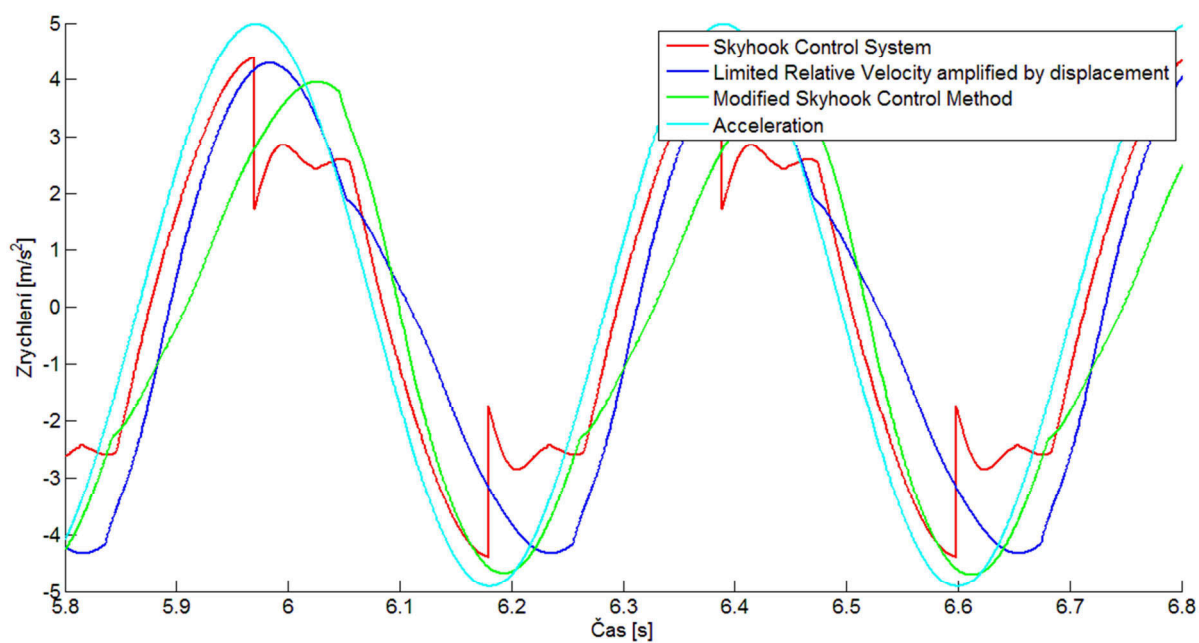
Graf. 39 Zrychlení neodpružené hmoty (1. část)



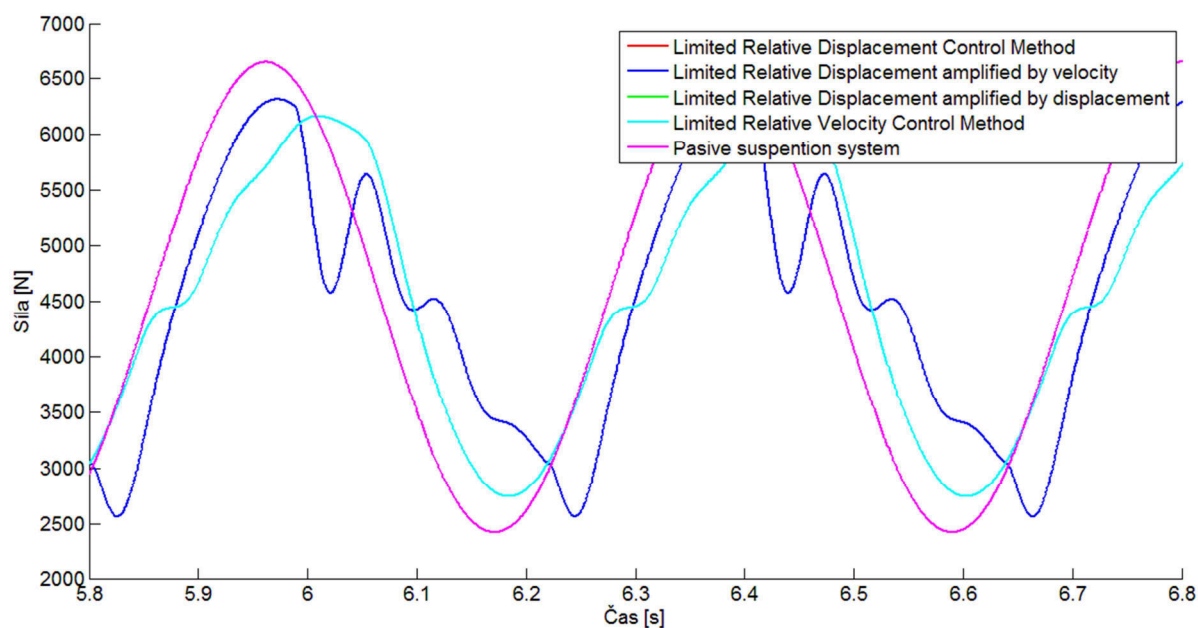
Graf. 40 Zrychlení neodpružené hmoty (2. část)



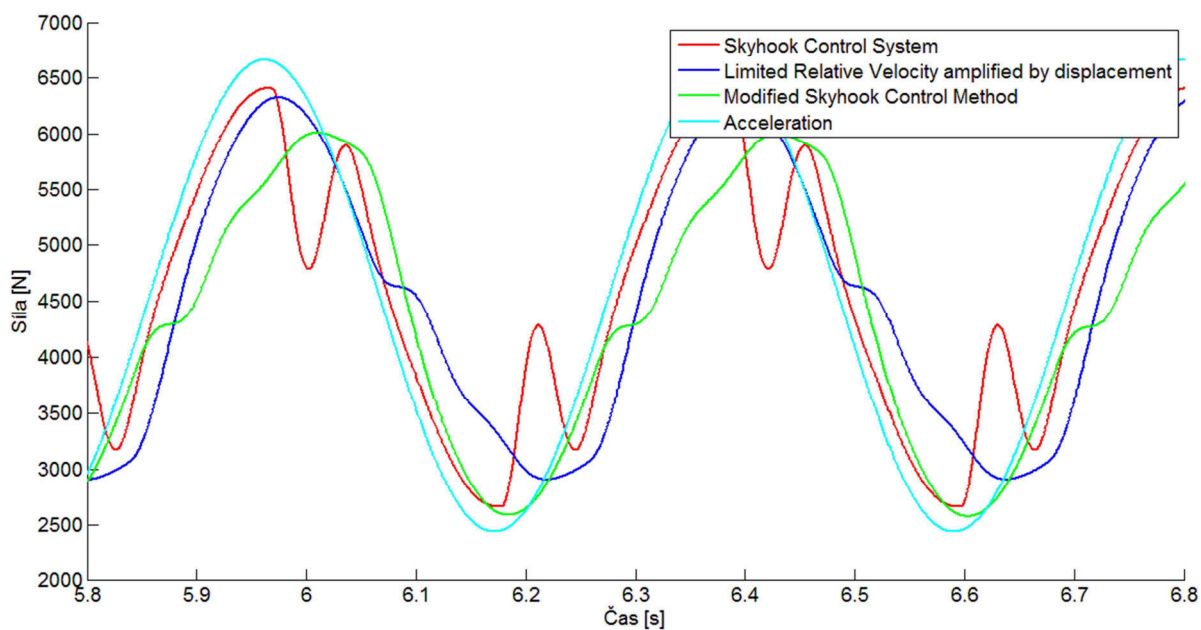
Graf. 41 Zrychlení odpružené hmoty (1. část)



Graf. 42 Zrychlení odpružené hmoty (2. část)

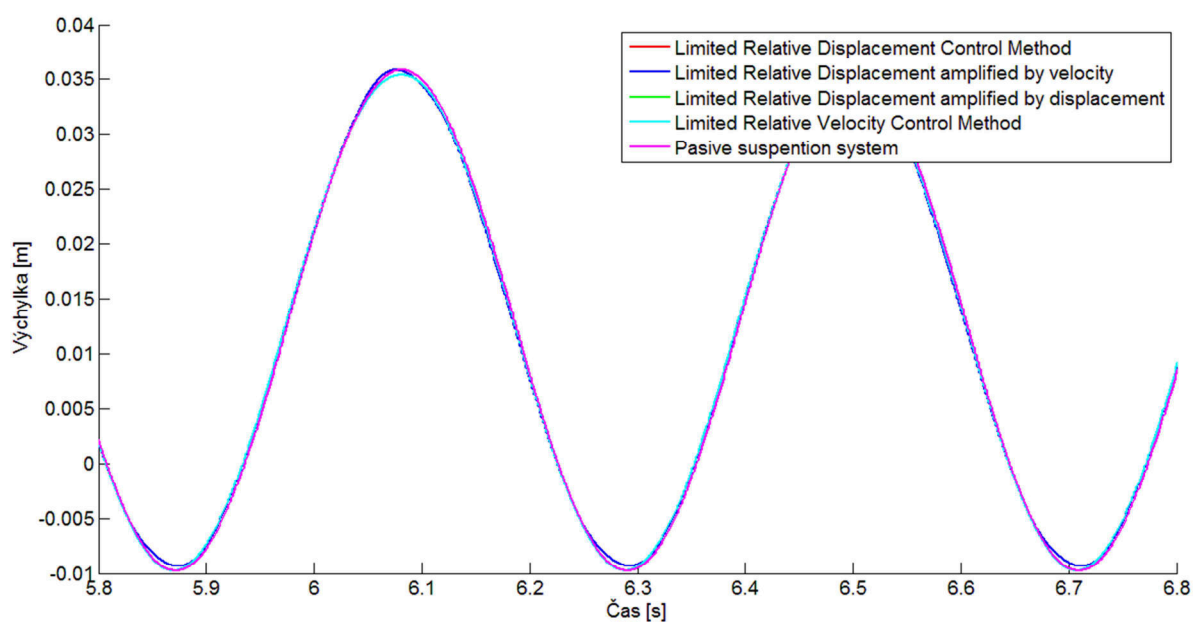


Graf. 43 Síla pod pneumatikou (1. část)

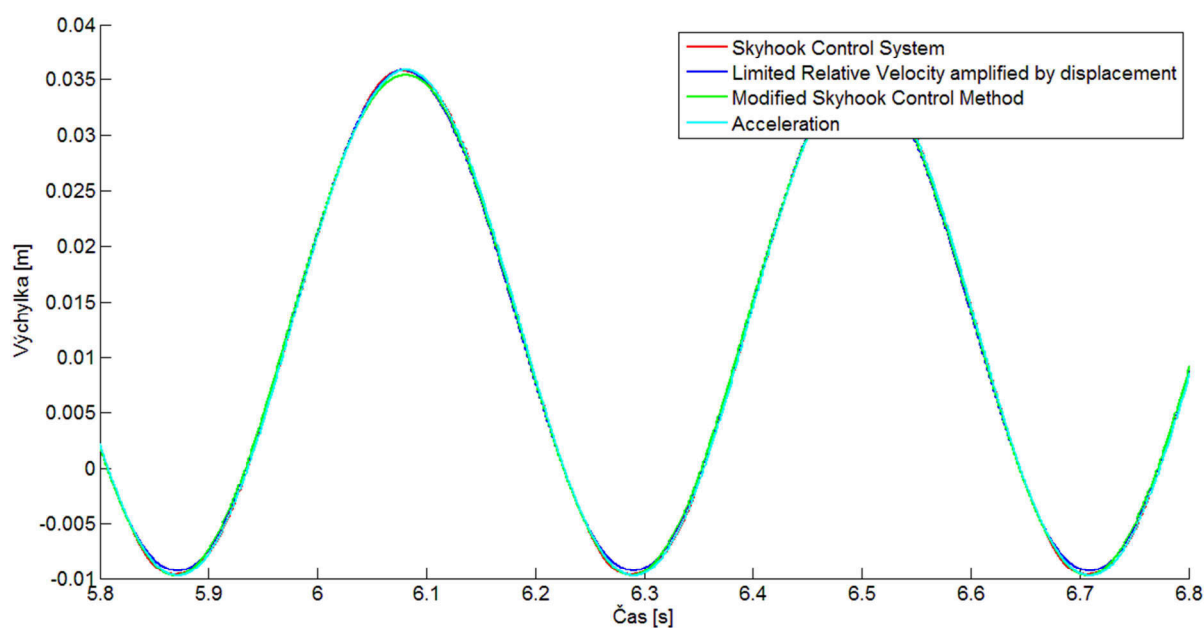


Graf. 44 Síla pod pneumatikou (2. část)

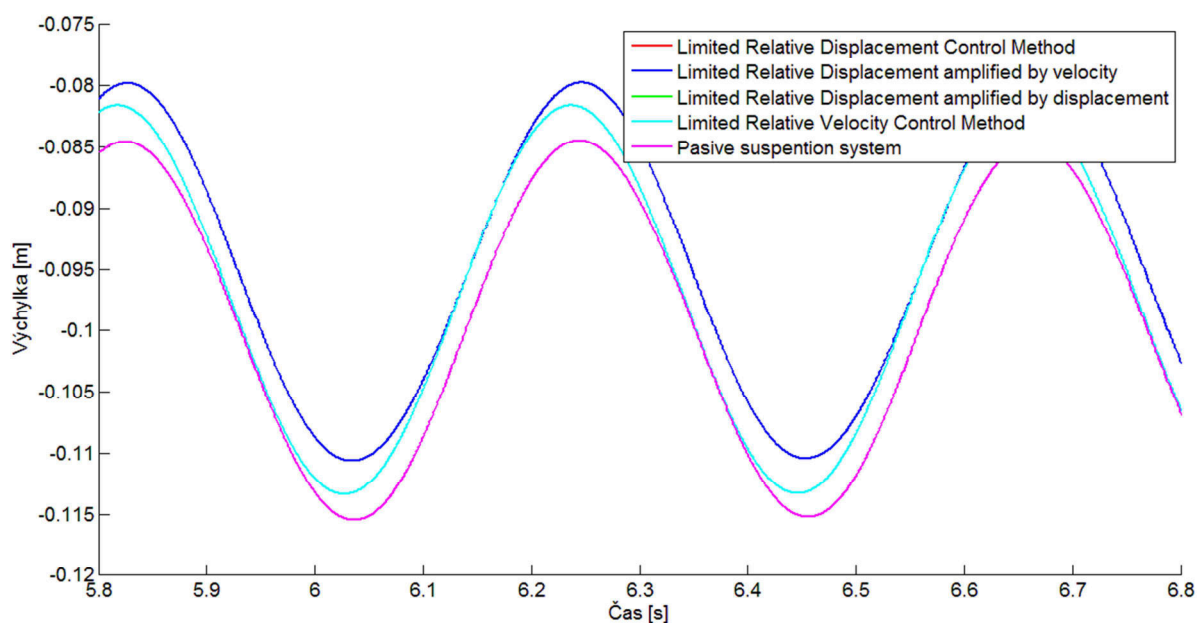
PŘÍLOHA 5 – JÍZDNÍ KOMFORT (PROFIL VOZOVKY B)



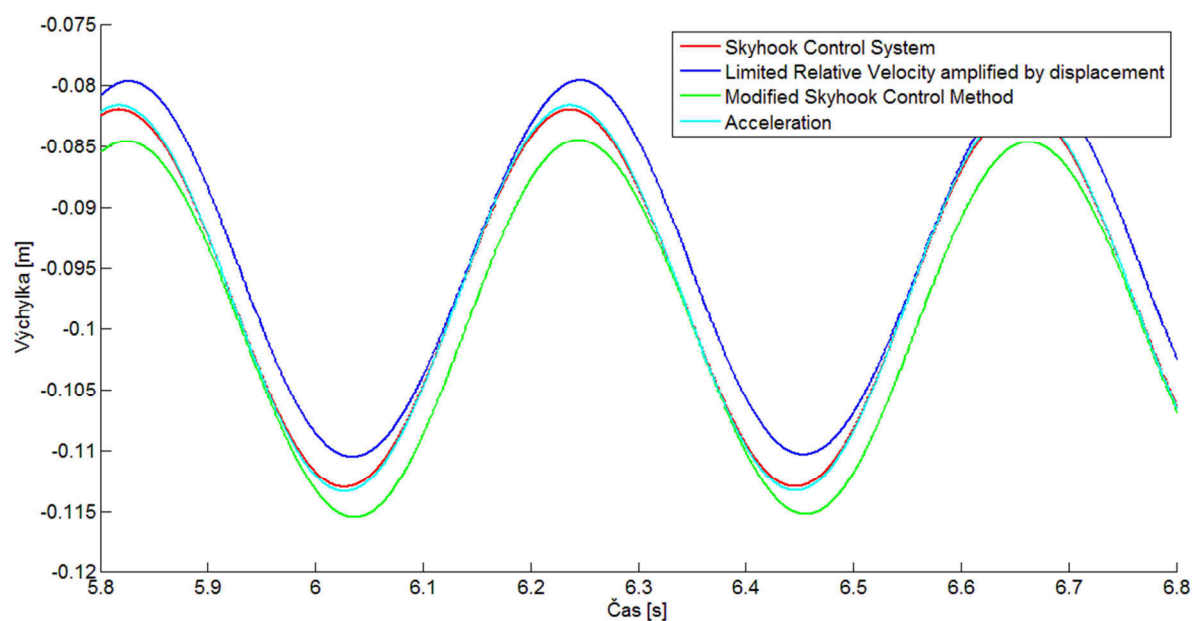
Graf. 45 Výchylka neodpružené hmoty (1. část)



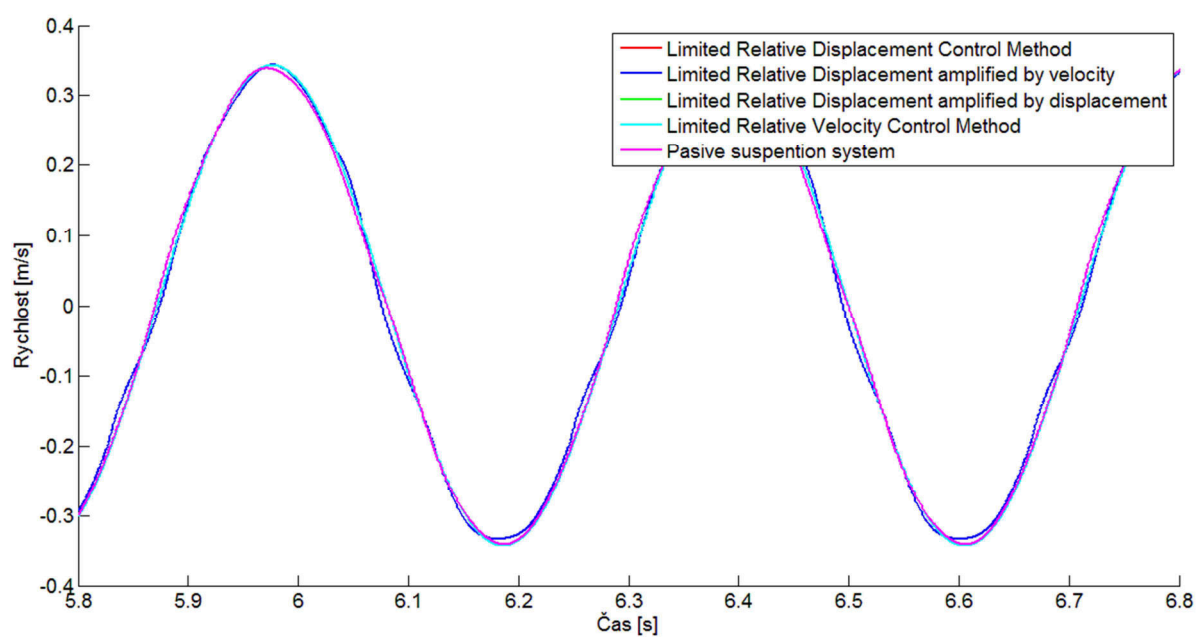
Graf. 46 Výchylka neodpružené hmoty (2. část)



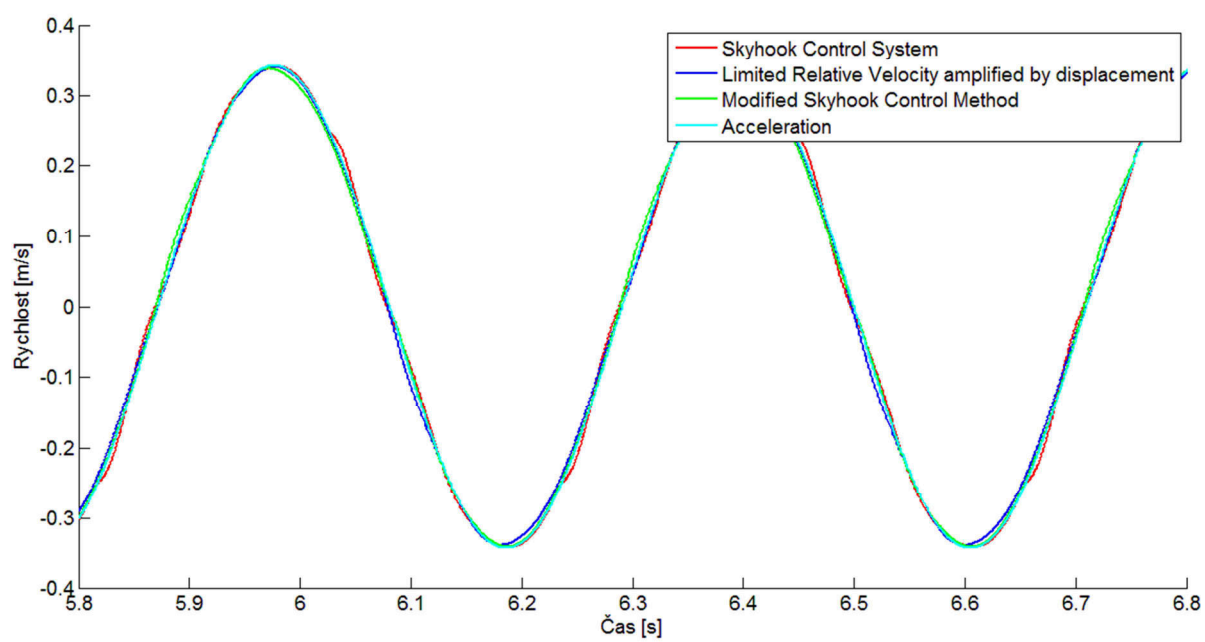
Graf. 47 Výchylka odpružené hmoty (1. část)



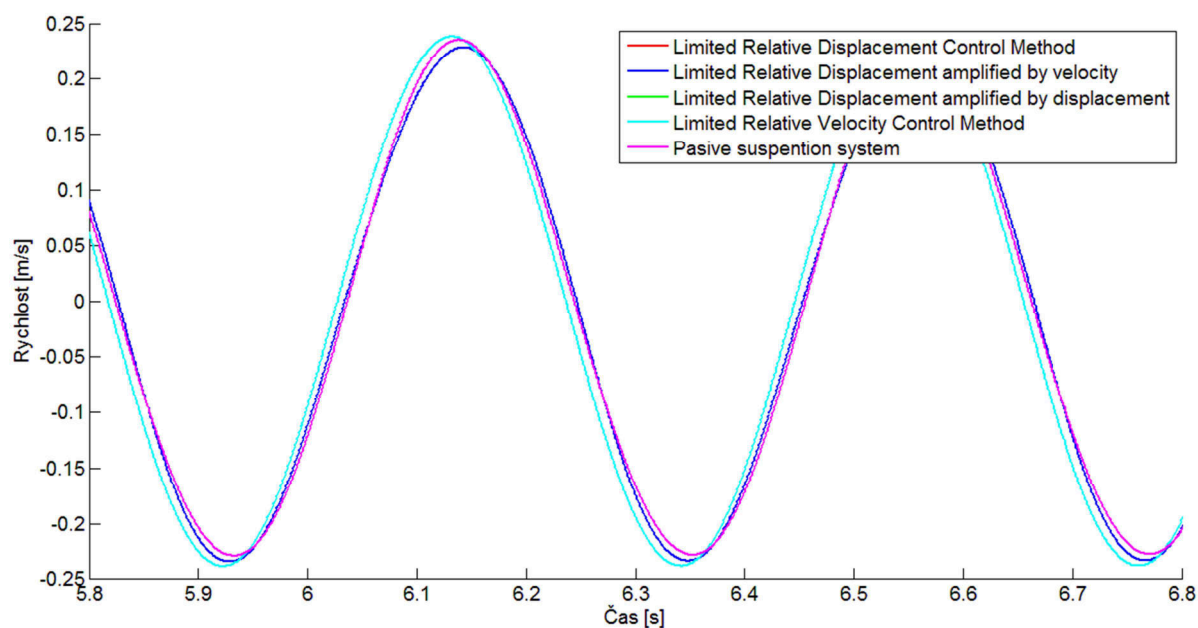
Graf. 48 Výchylka odpružené hmoty (2. část)



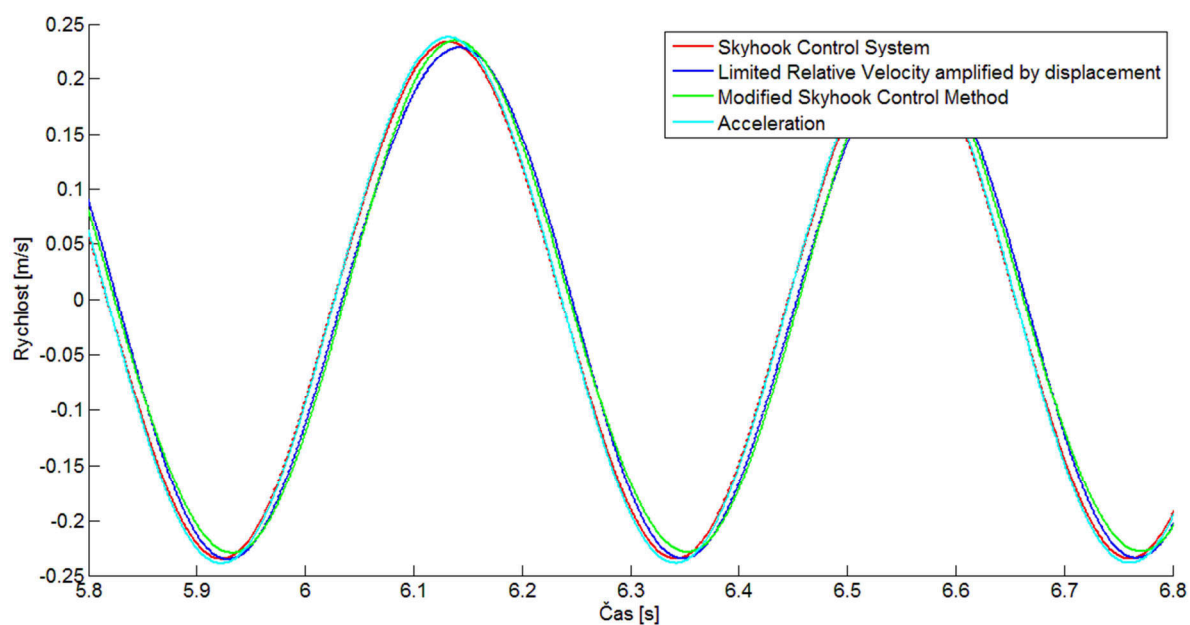
Graf. 49 Rychlost neodpružené hmoty (1. část)



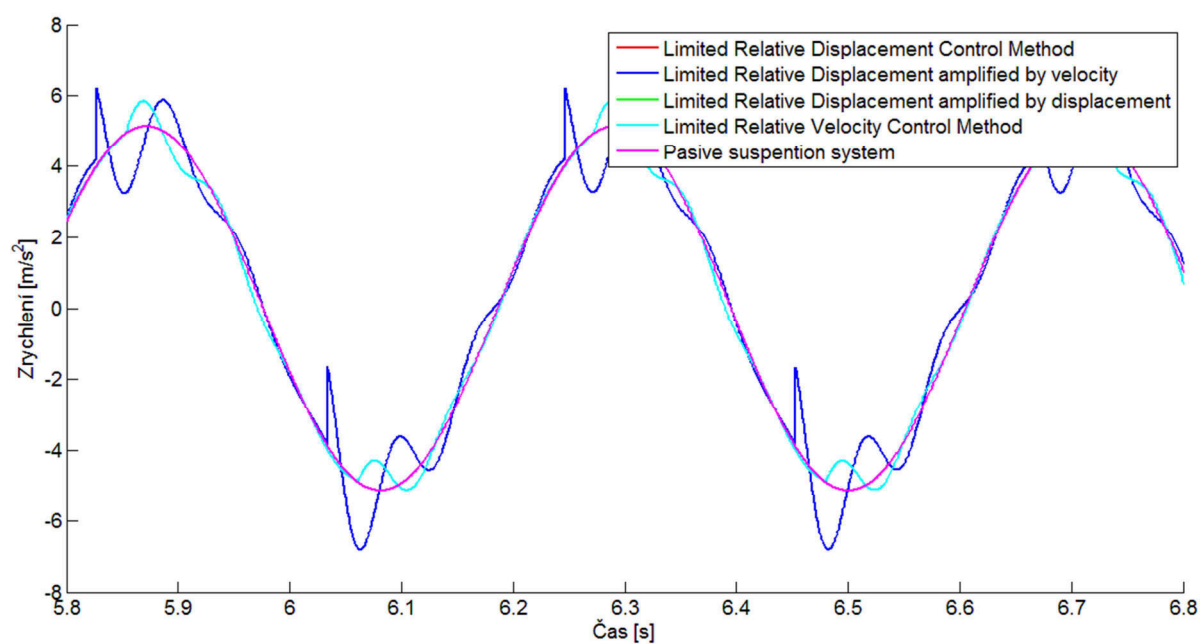
Graf. 50 Rychlost neodpružené hmoty (2. část)



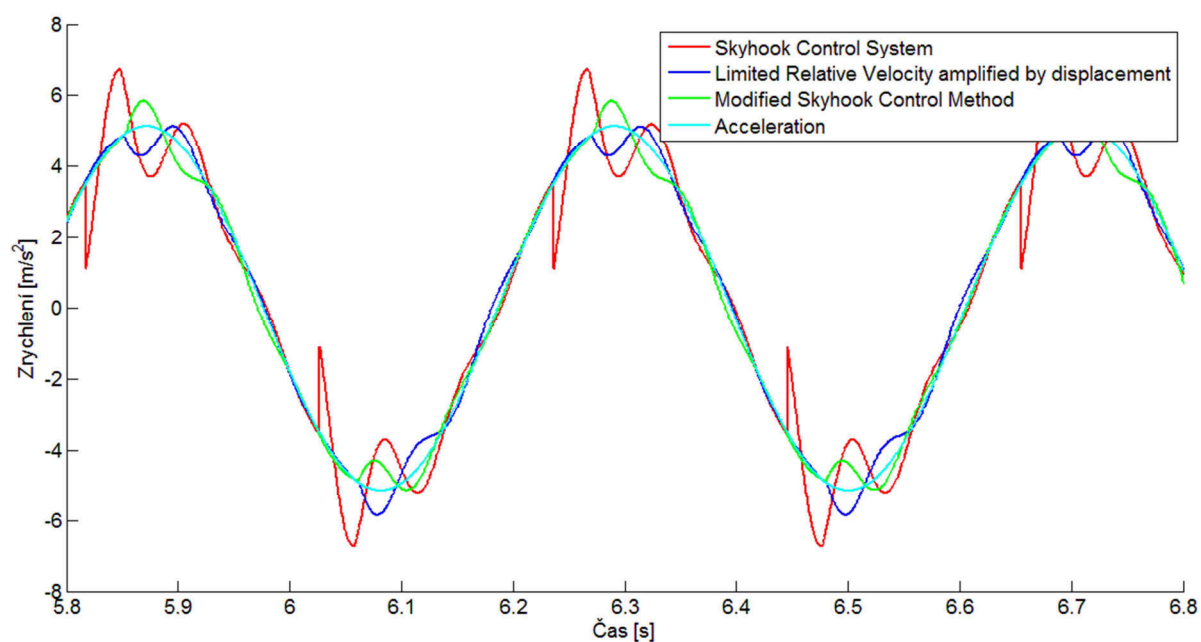
Graf. 51 Rychlost odpružené hmoty (1. část)



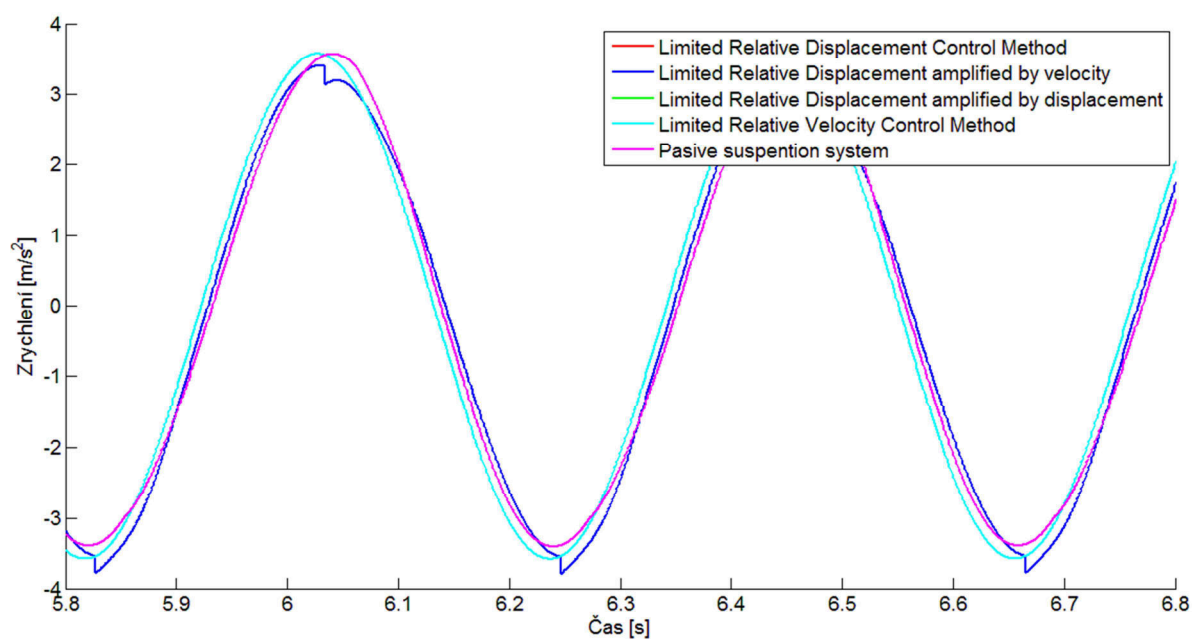
Graf. 52 Rychlost odpružené hmoty (2. část)



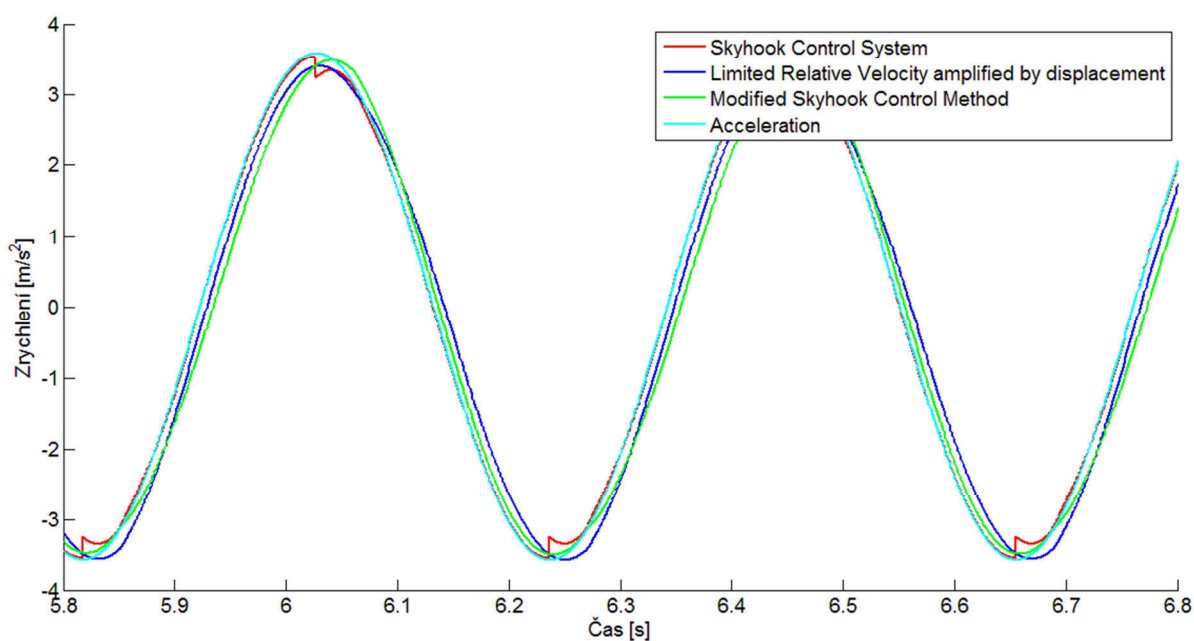
Graf. 53 Zrychlení neodpružené hmoty (1. část)



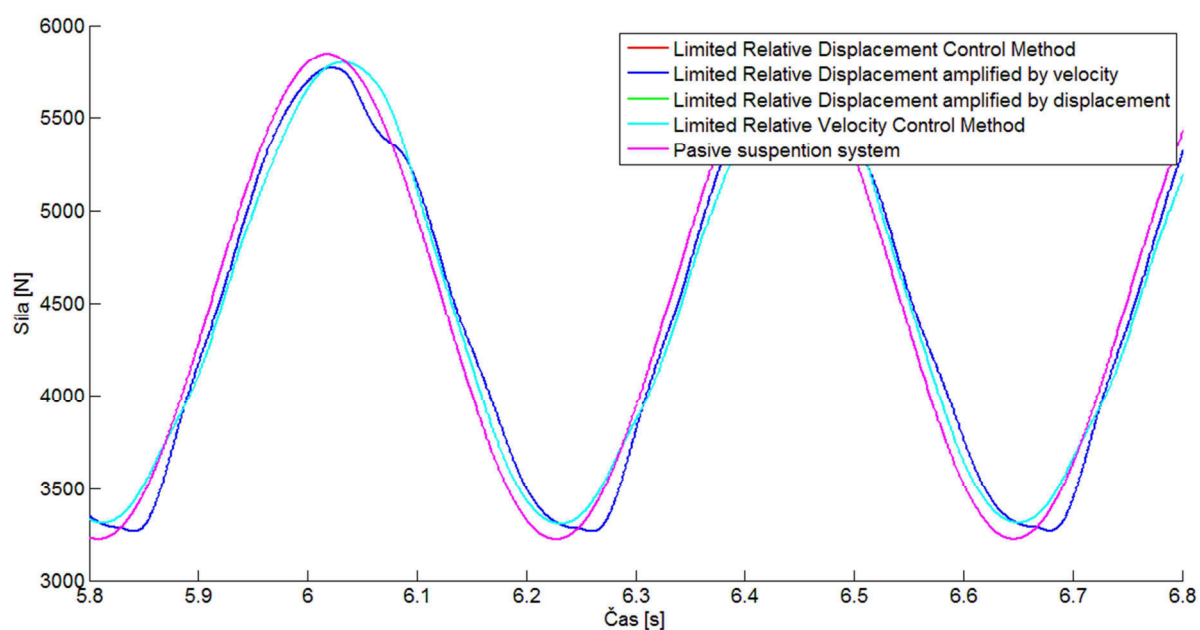
Graf. 54 Zrychlení neodpružené hmoty (2. část)



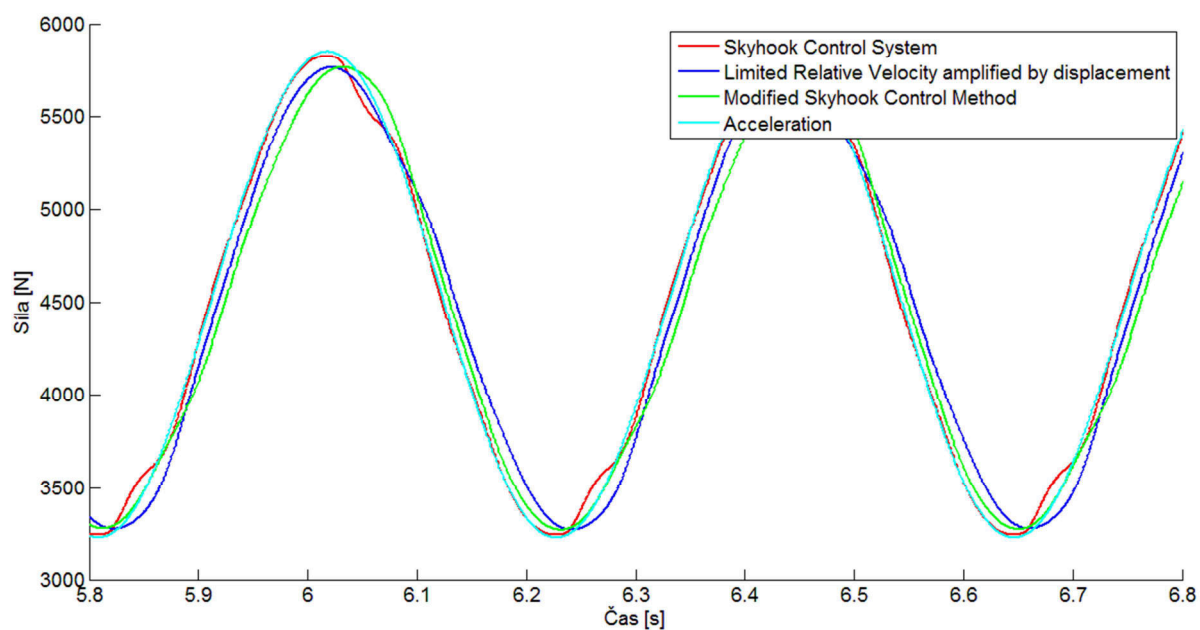
Graf. 55 Zrychlení odpružené hmoty (1. část)



Graf. 56 Zrychlení odpružené hmoty (2. část)



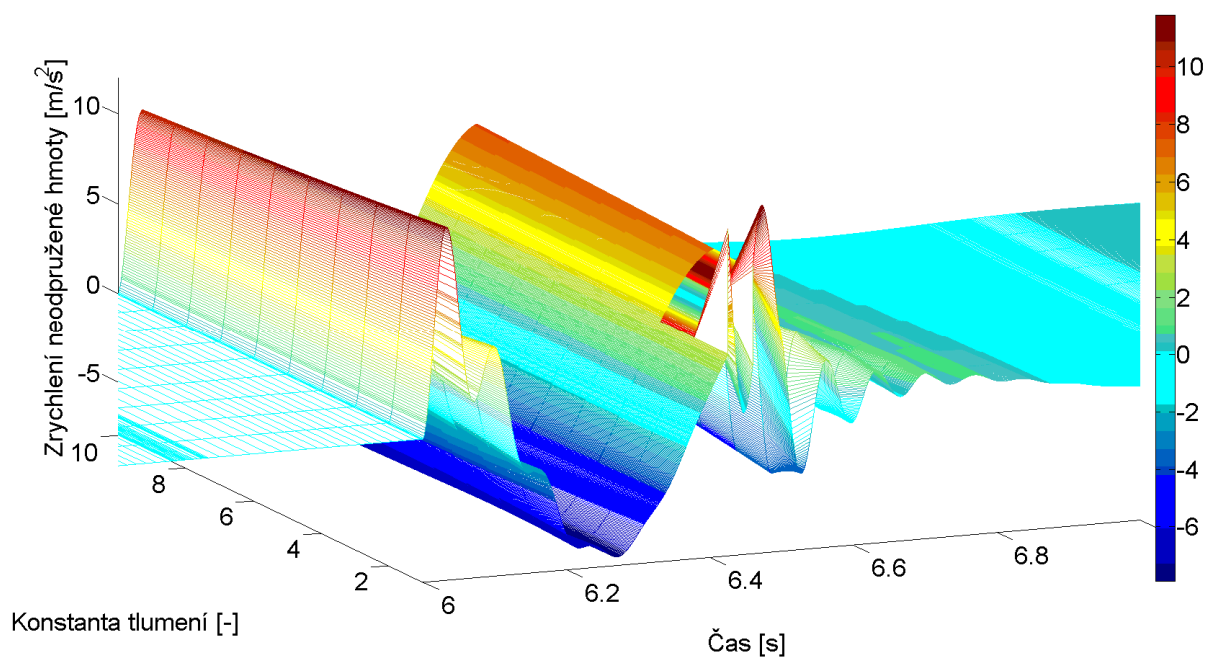
Graf. 57 Síla pod pneumatikou (1. část)



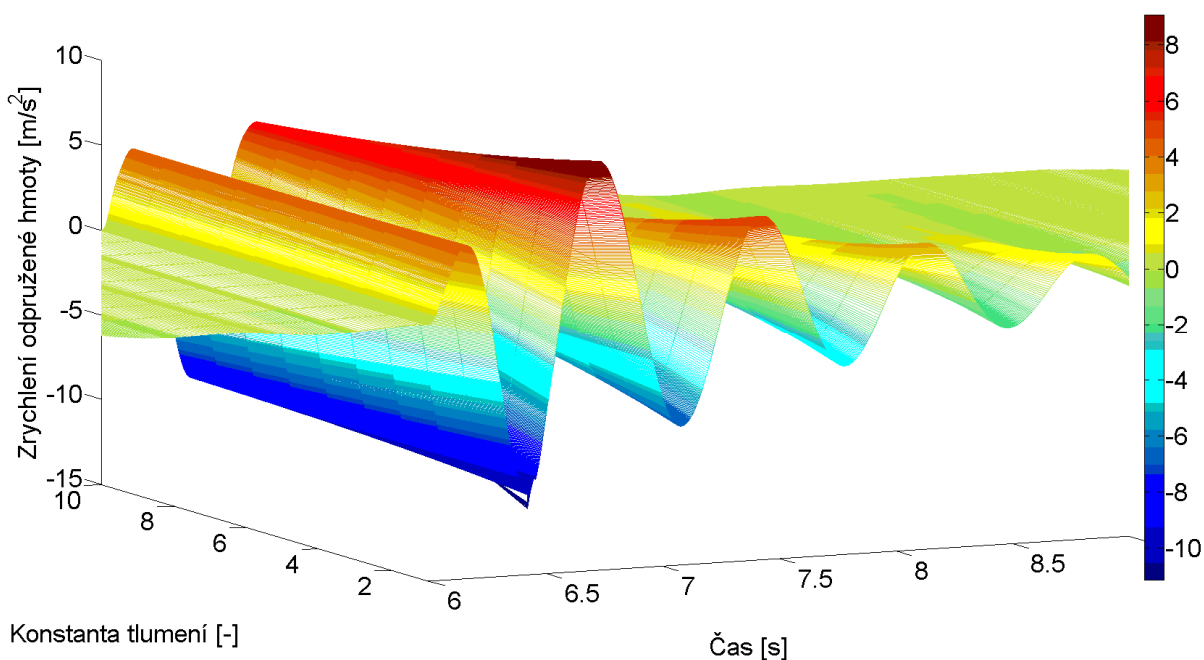
Graf. 58 Síla pod pneumatikou (2. část)



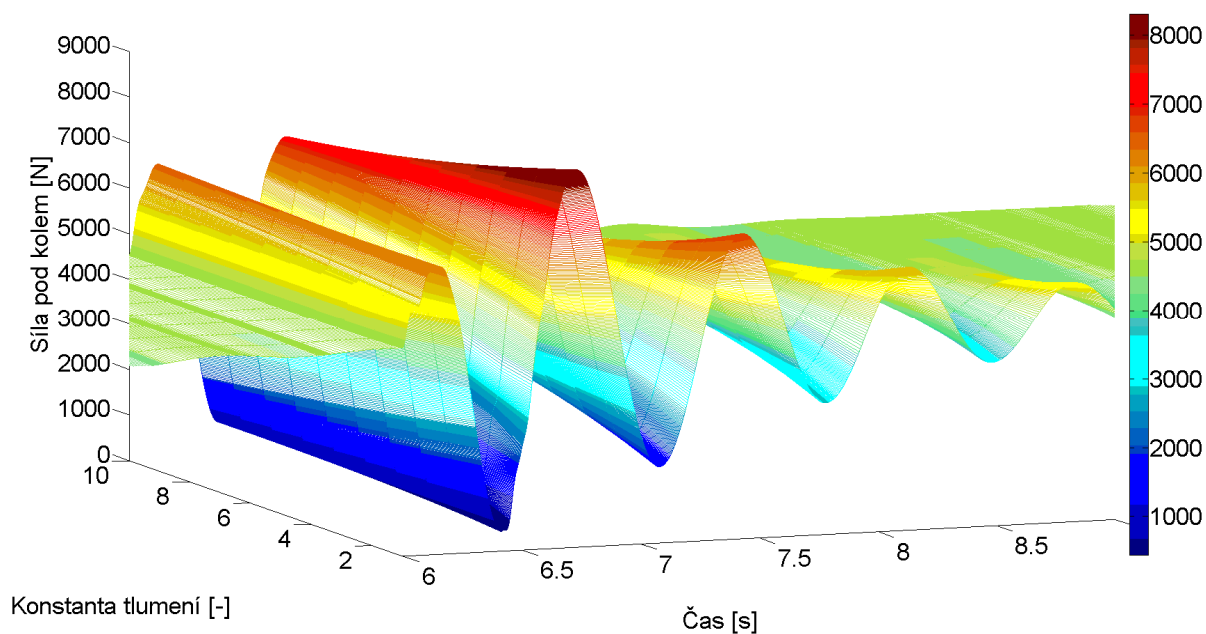
PŘÍLOHA 6 - VLIV ZMĚNY POMĚRU MEZI MINIMÁLNÍ A MAXIMÁLNÍ KONSTANTOU TLUMENÍ (PROFIL VOZOVKY A)



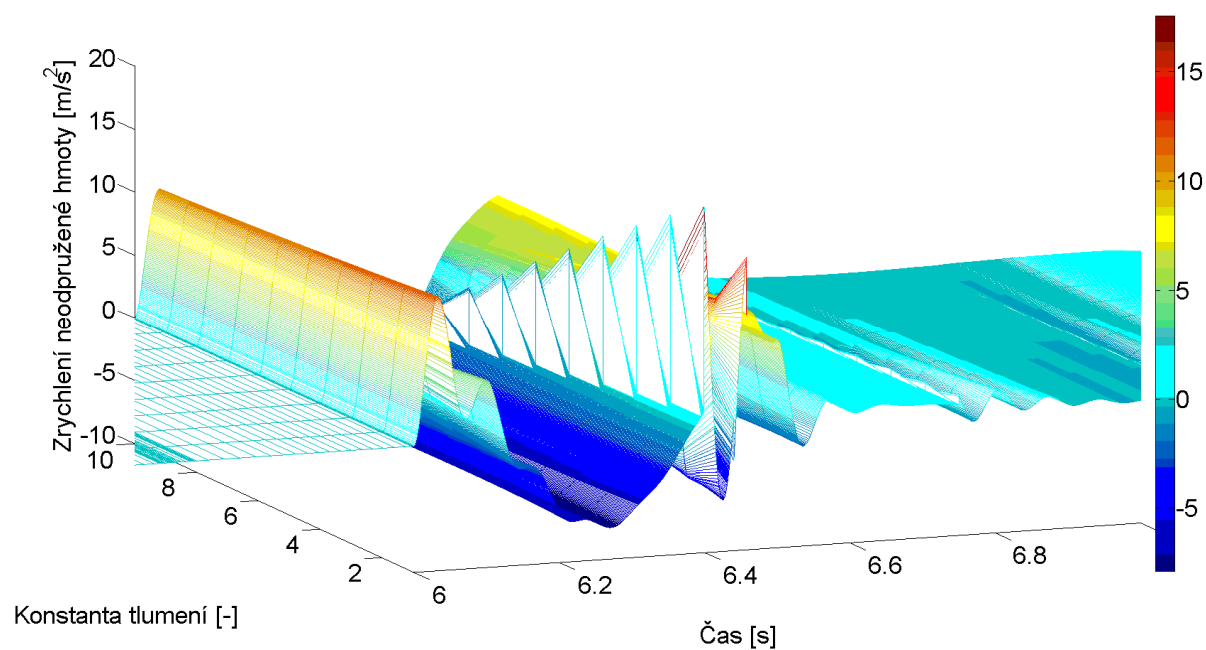
Graf. 59 Limited relative displacement control method – zrychlení neodpružené hmoty



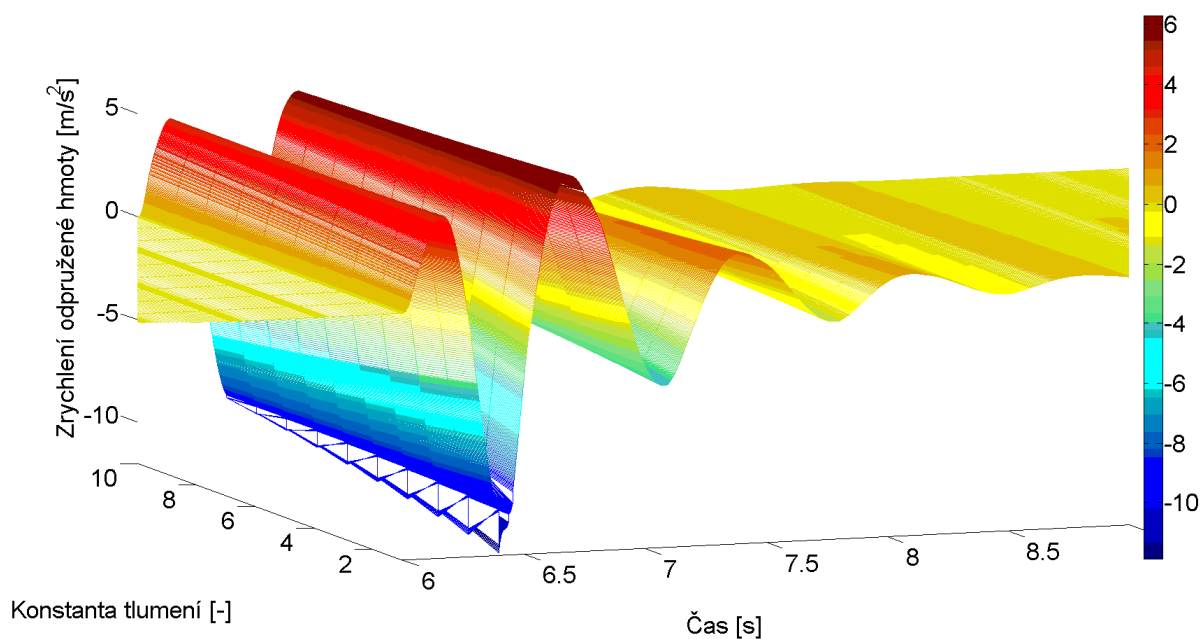
Graf. 60 Limited relative displacement control method – zrychlení odpružené hmoty



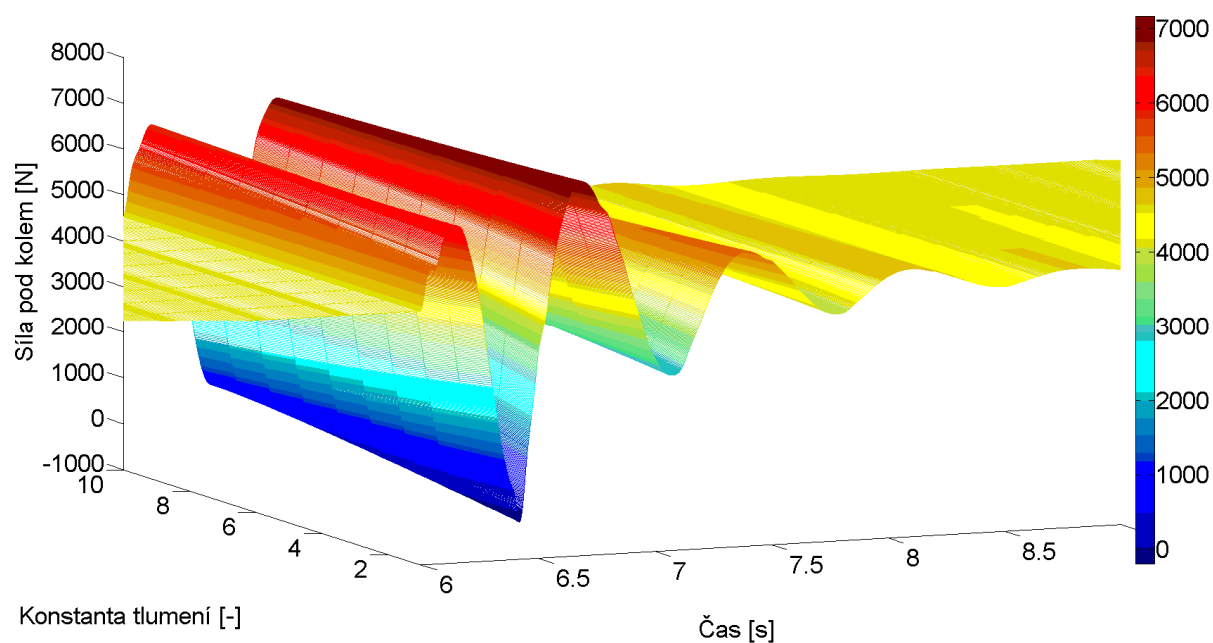
Graf. 61 Limited relative displacement control method – síla pod pneumatikou



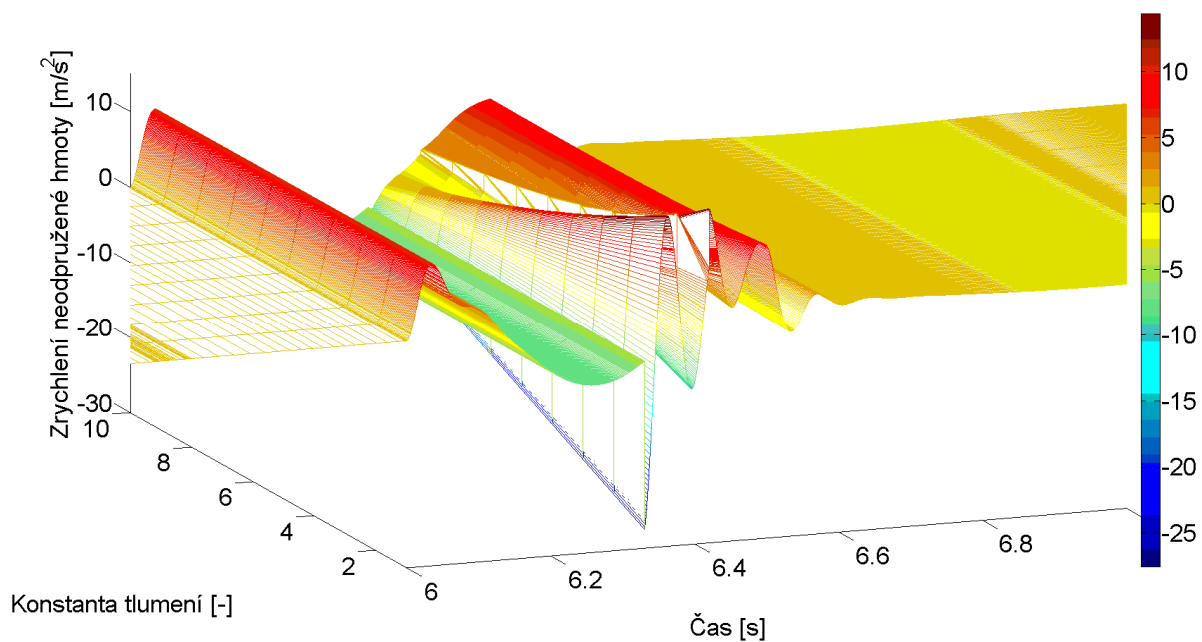
Graf. 62 Limited relative displacement amplified by velocity – zrychlení neodpružené hmoty



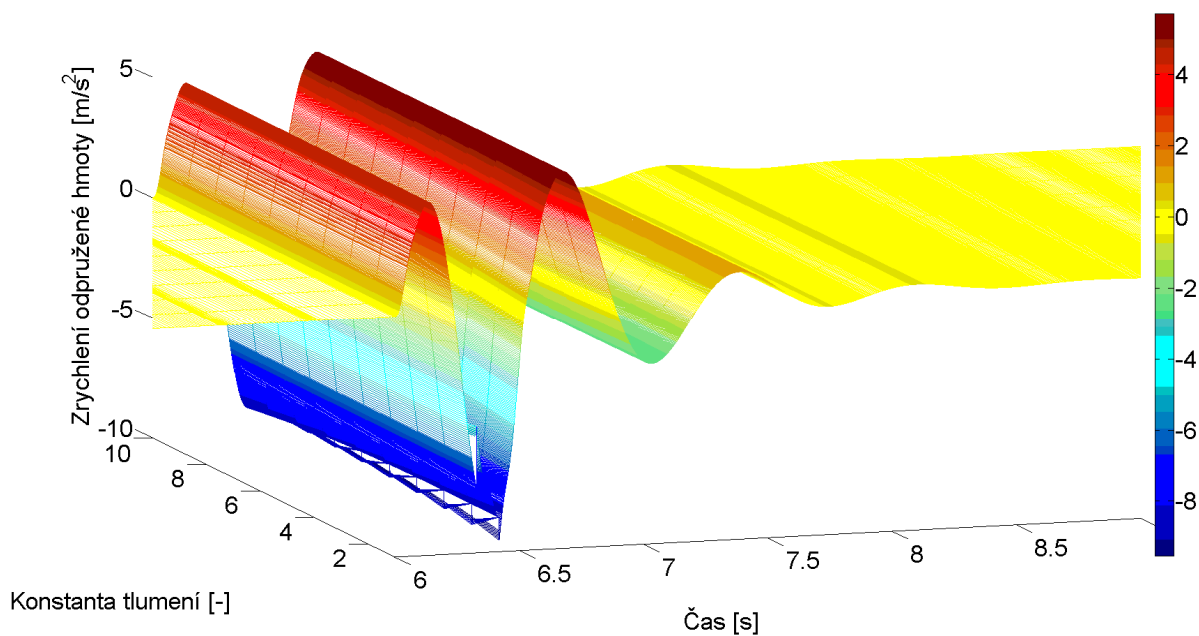
Graf. 63 Limited relative displacement amplified by velocity – zrychlení odpružené hmoty



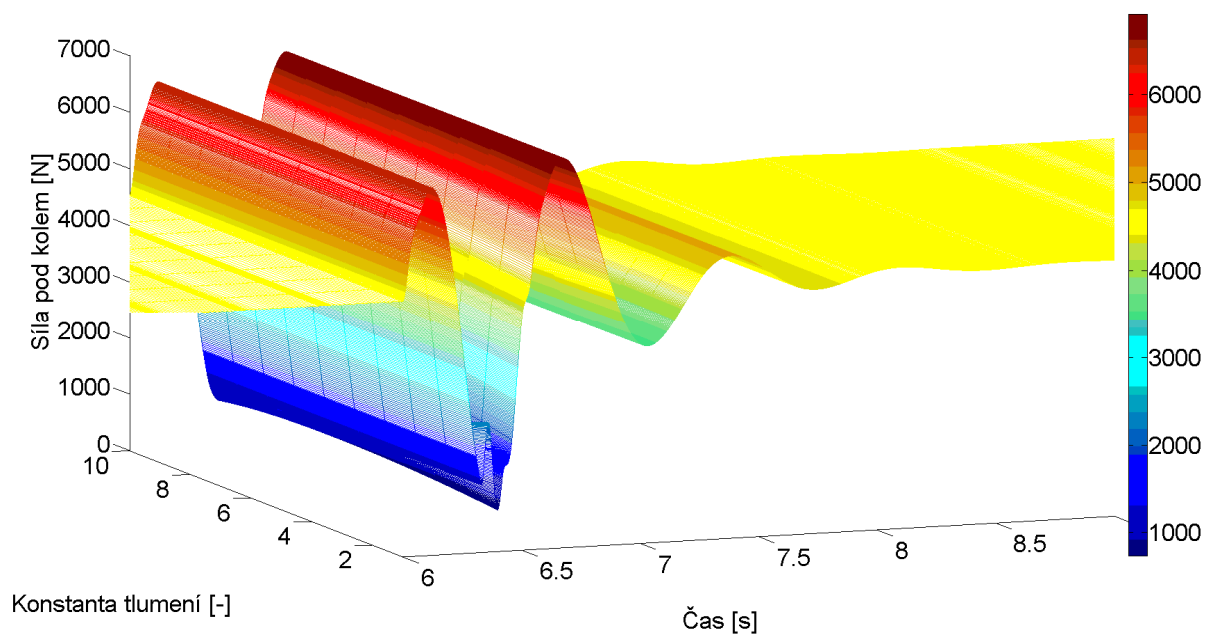
Graf. 64 Limited relative displacement amplified by velocity – síla pod pneumatikou



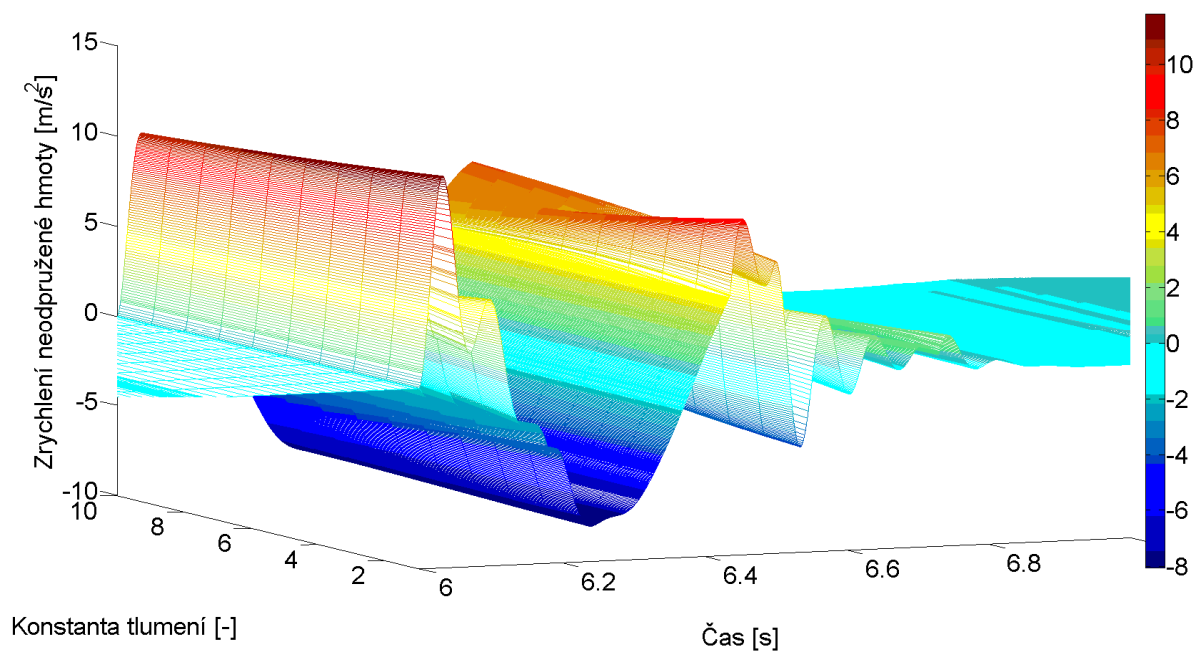
Graf. 65 Limited relative displacement amplified by displacement – zrychlení neodpružené hmoty



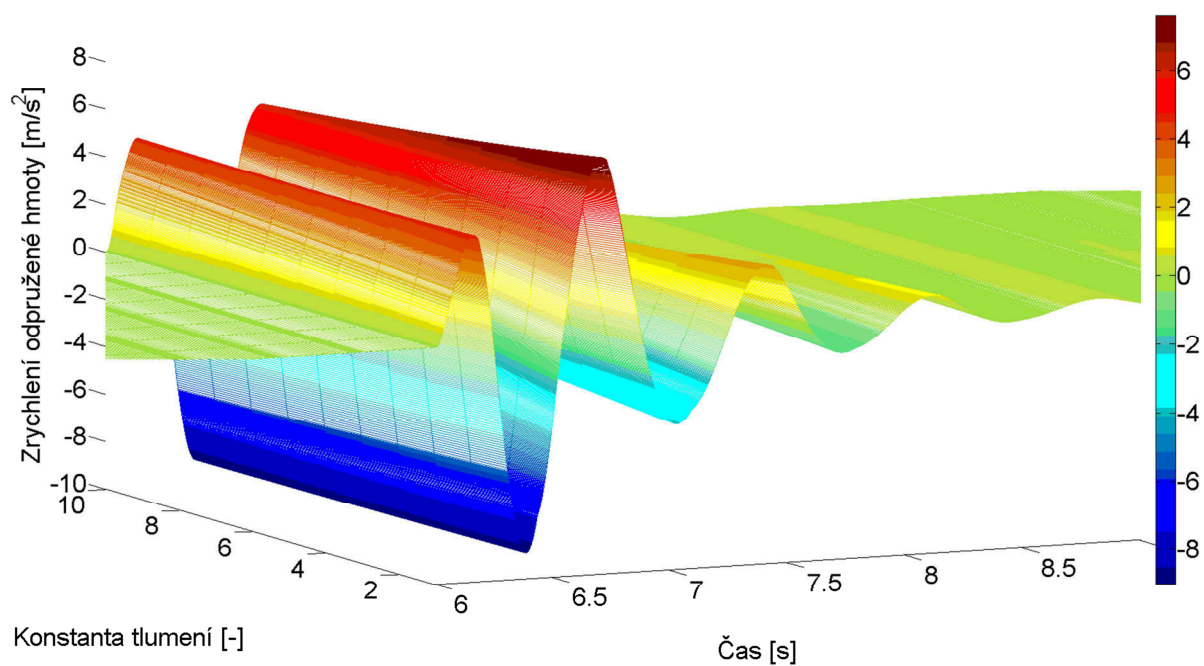
Graf. 66 Limited relative displacement amplified by displacement – zrychlení odpružené hmoty



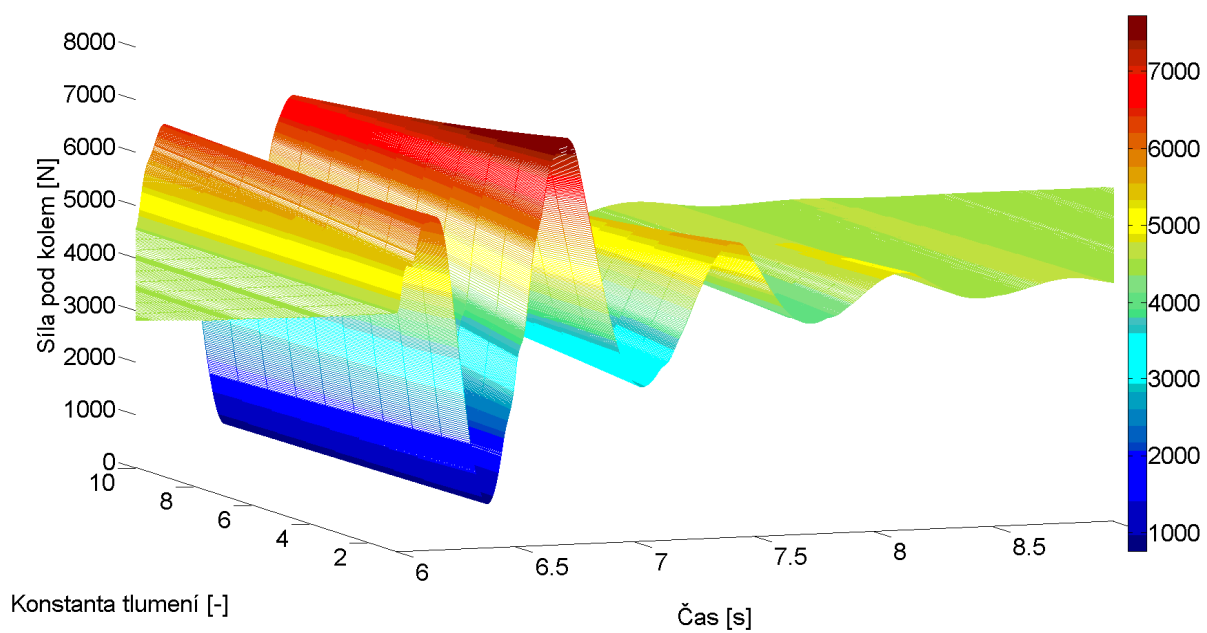
Graf. 67 Limited relative displacement amplified by displacement – síla pod pneumatikou



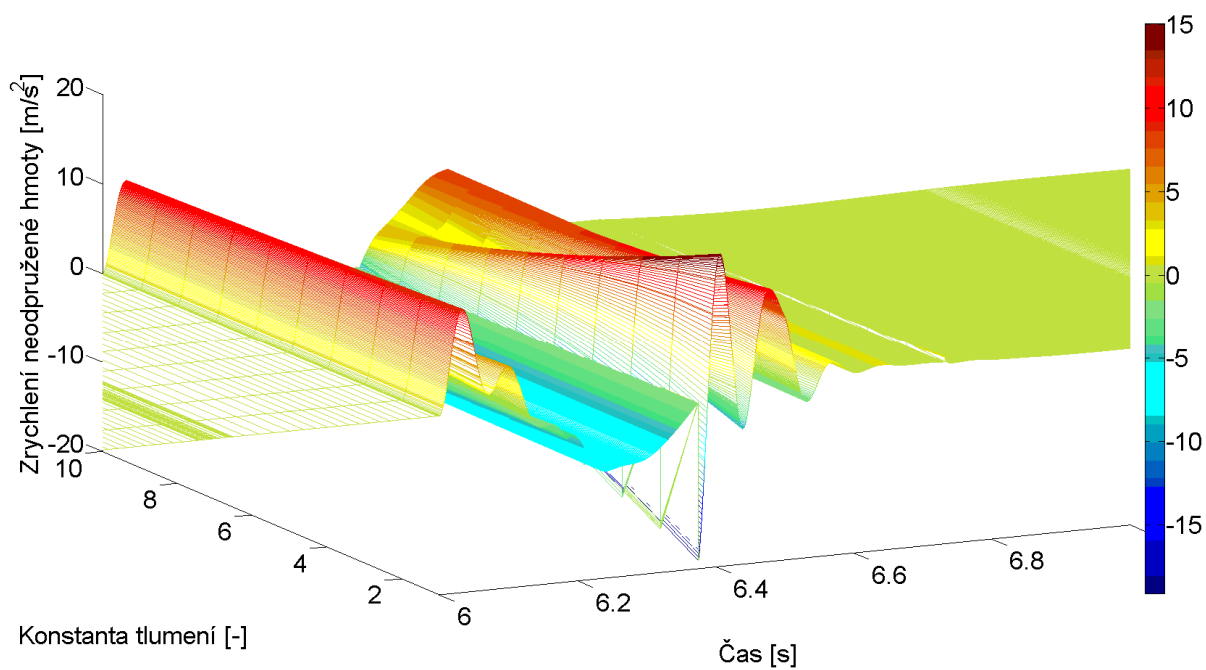
Graf. 68 Limited relative velocity control method – zrychlení neodpružené hmoty



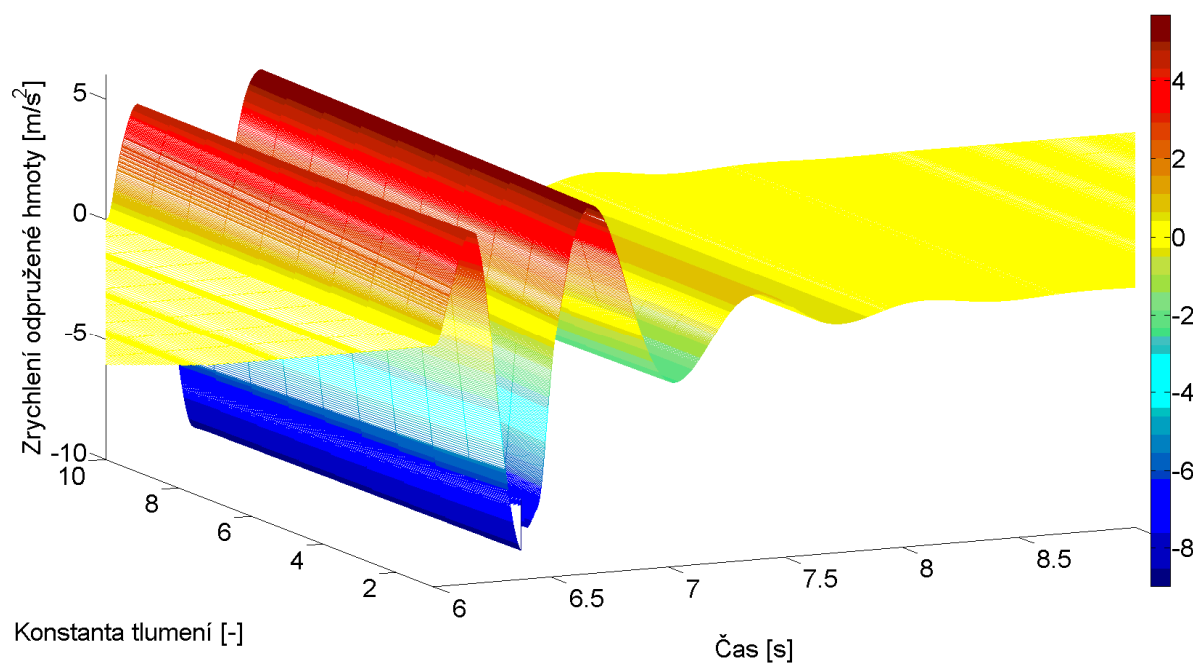
Graf. 69 Limited relative velocity control method – zrychlení odpružené hmoty



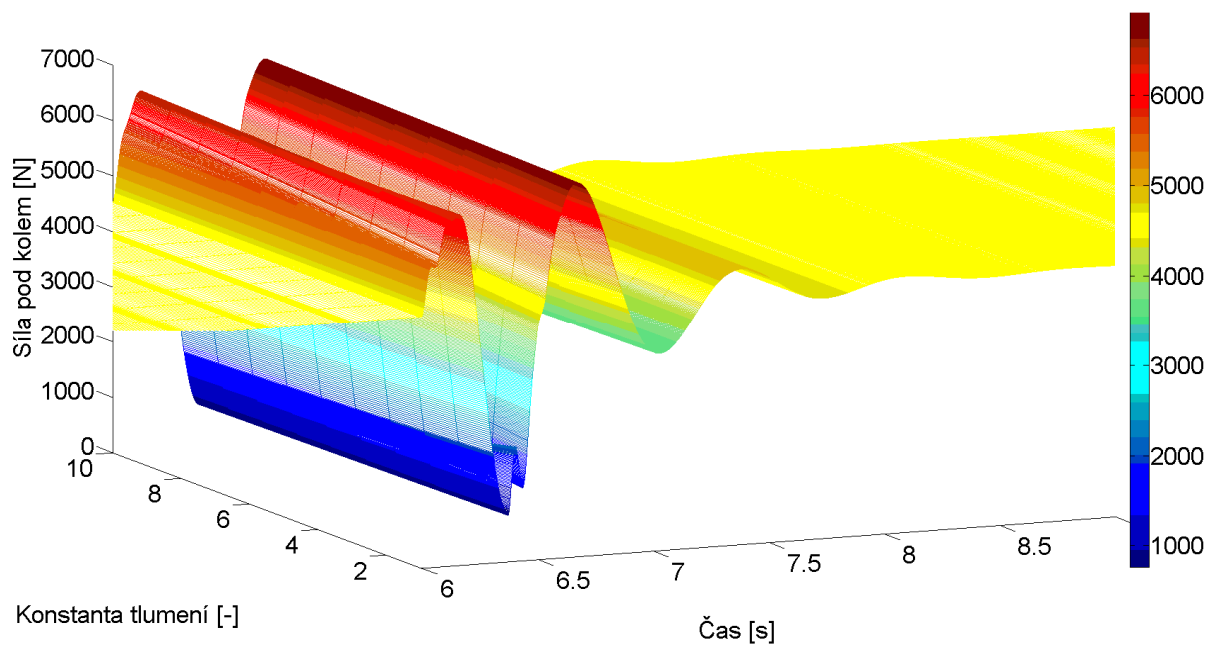
Graf. 70 Limited relative velocity control method – síla pod pneumatikou



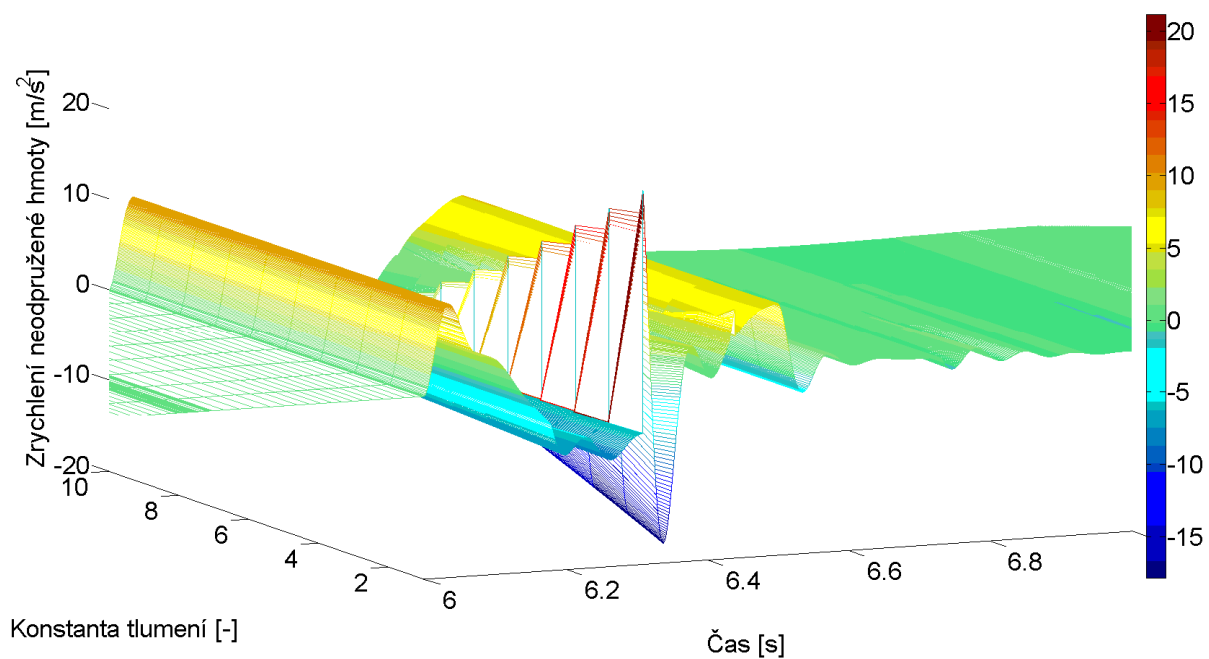
Graf. 71 Skyhook control method – zrychlení neodpružené hmoty



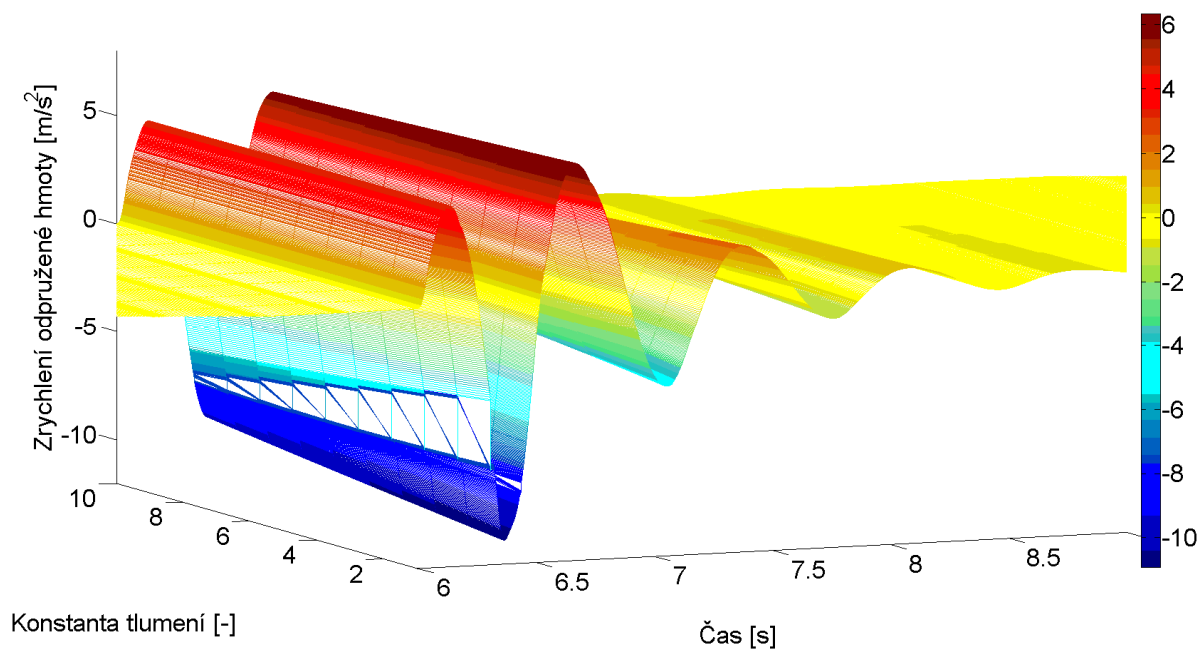
Graf. 72 Skyhook control method – zrychlení odpružené hmoty



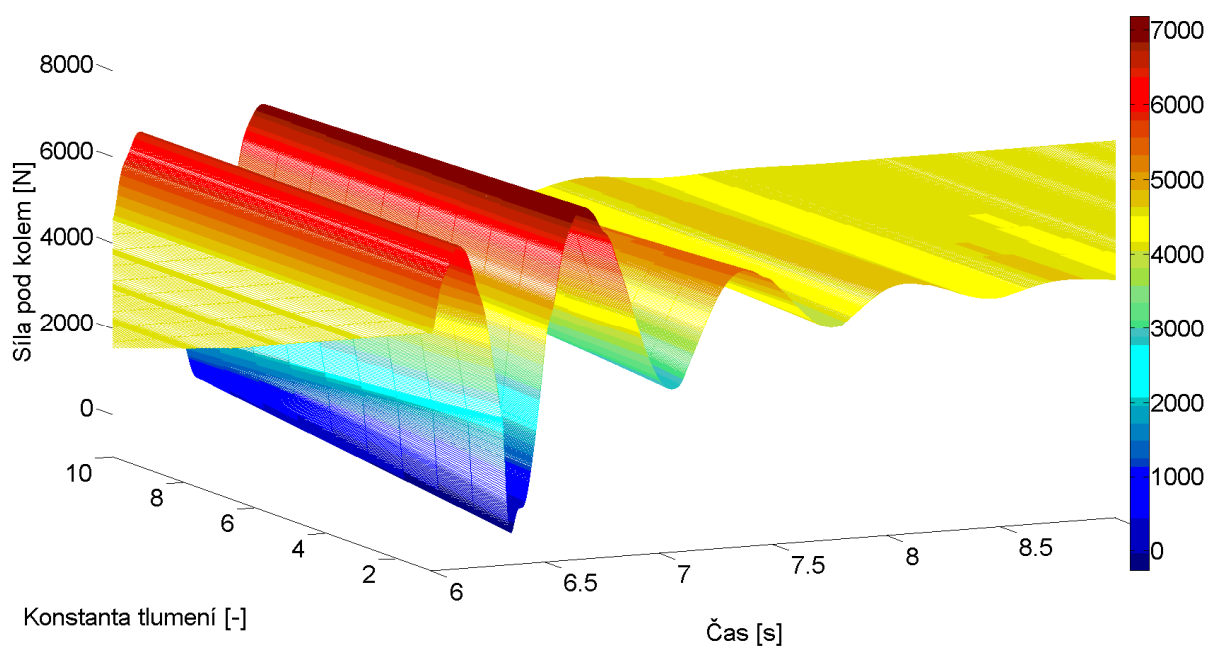
Graf. 73 Skyhook control method – síla pod pneumatikou



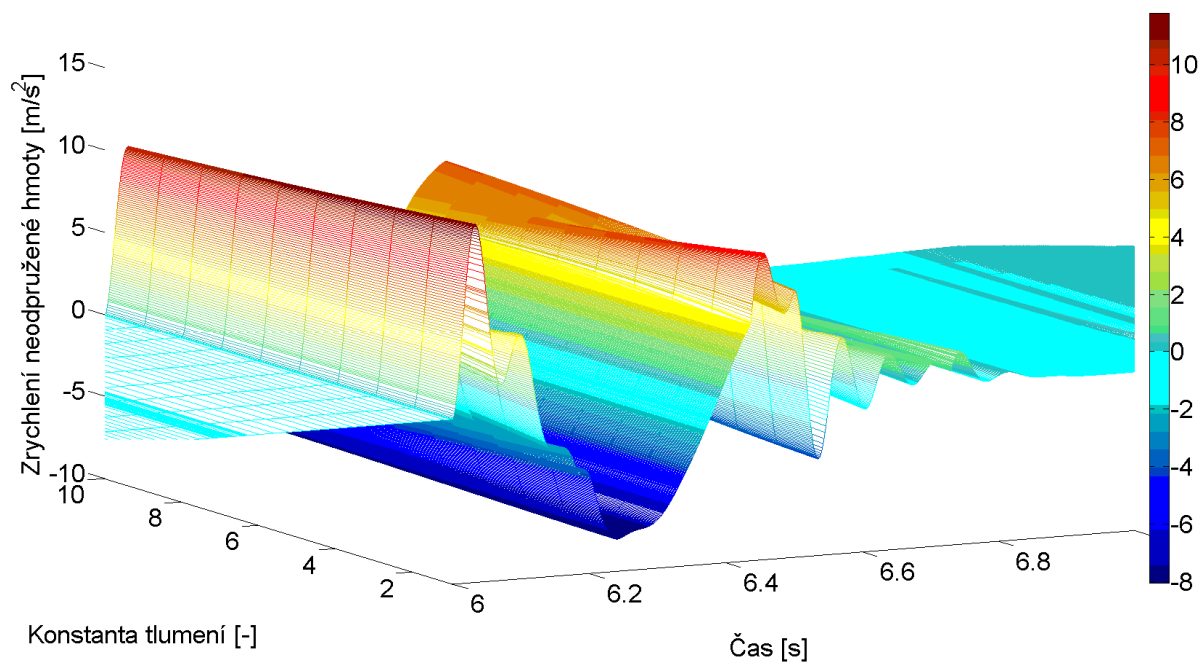
Graf. 74 Limited relative velocity amplified by displacement – zrychlení neodpružené hmoty



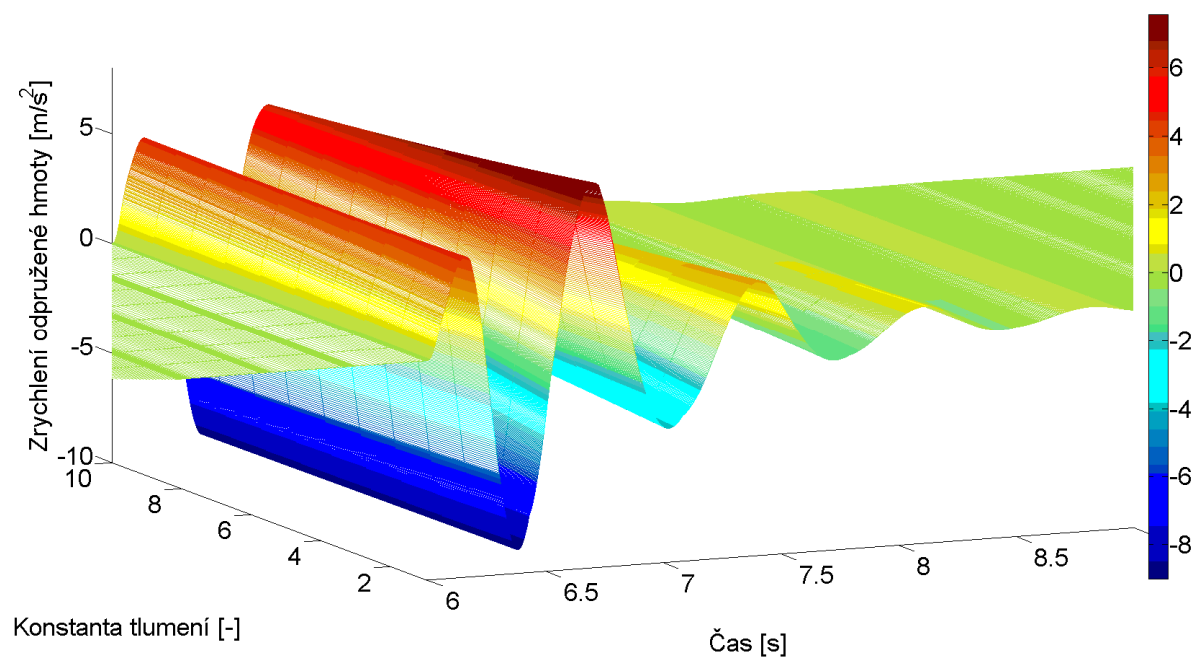
Graf. 75 Limited relative velocity amplified by displacement – zrychlení odpružené hmoty



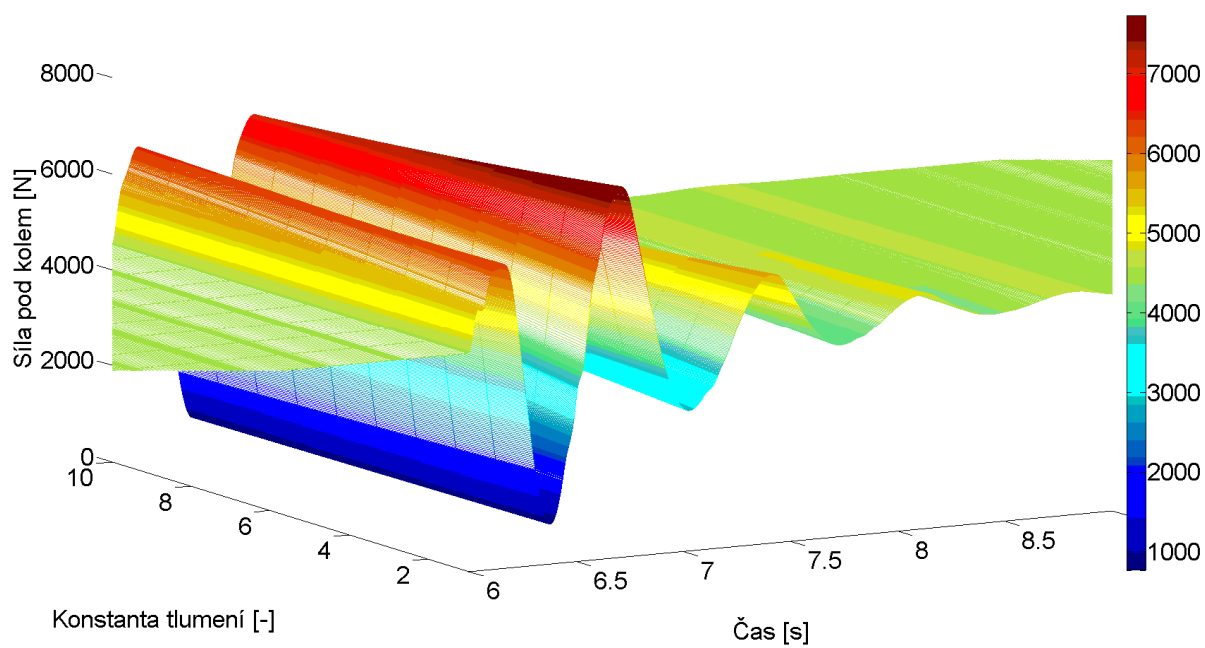
Graf. 76 Limited relative velocity amplified by displacement – síla pod pneumatikou



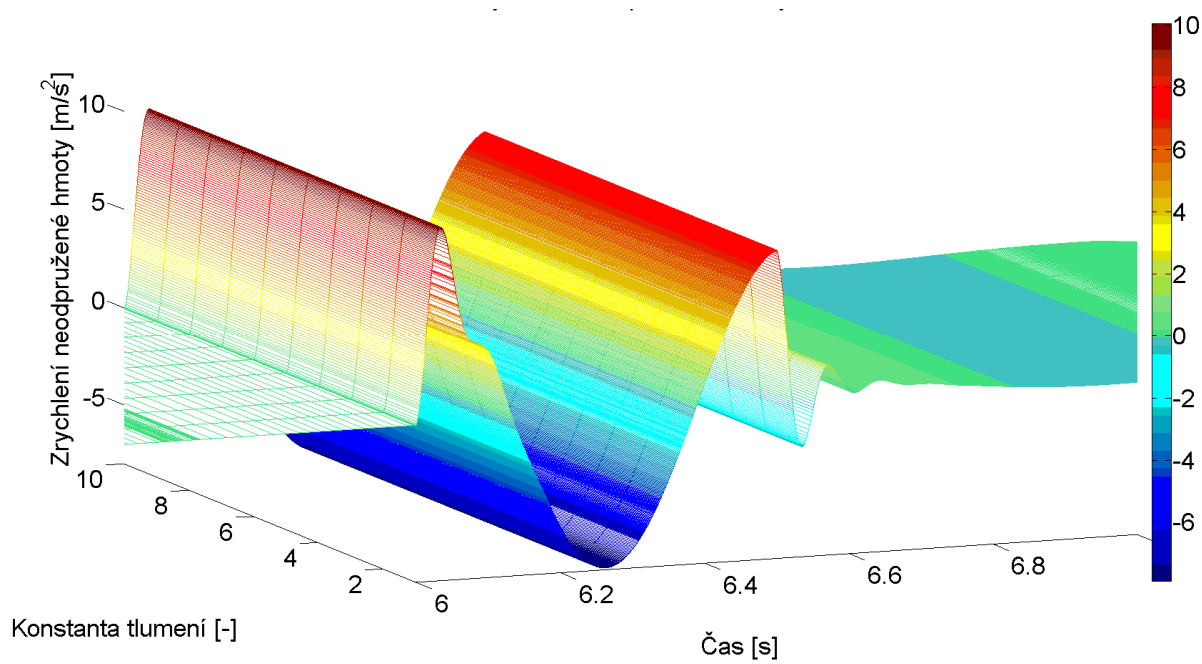
Graf. 77 Modified skyhook control method – zrychlení neodpružené hmoty



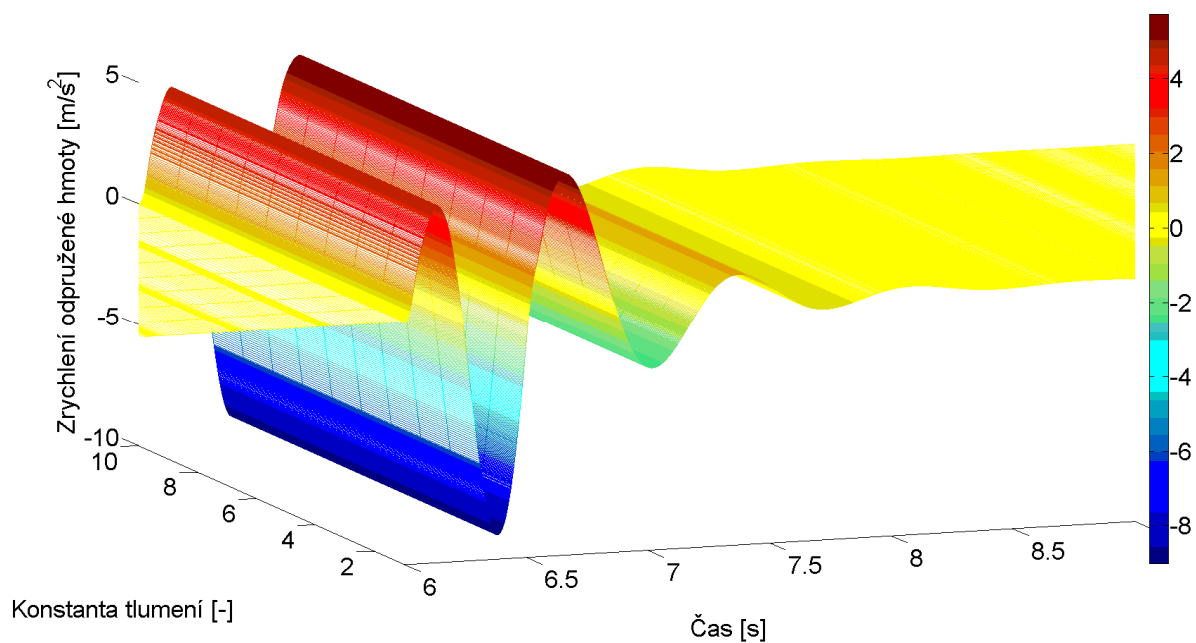
Graf. 78 Modified skyhook control method – zrychlení odpružené hmoty



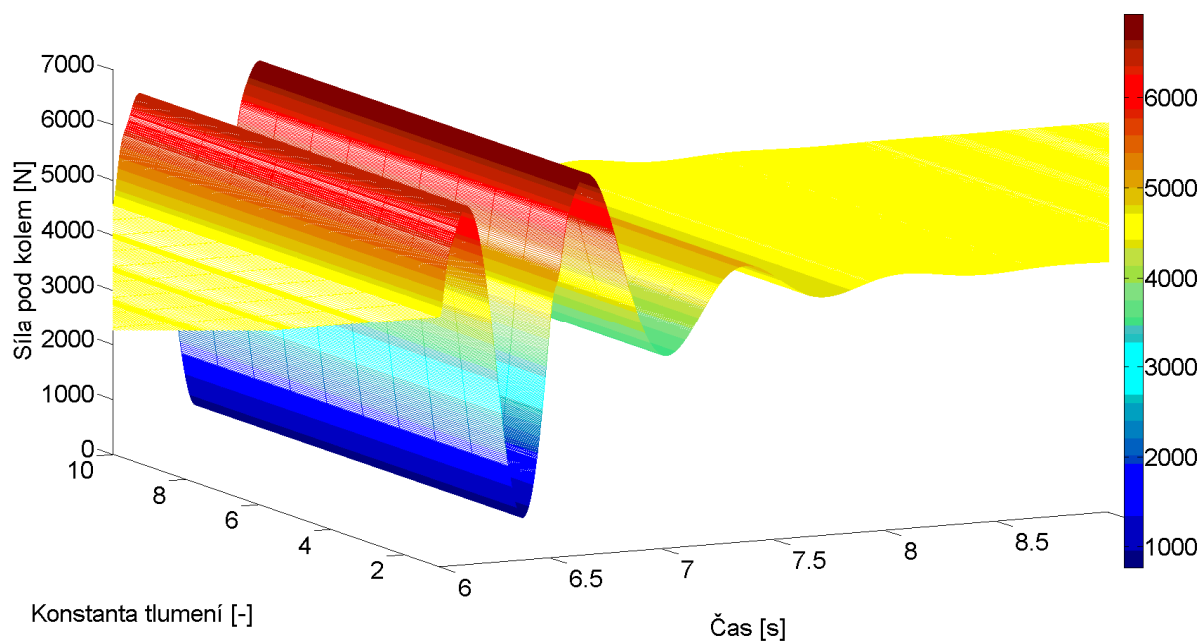
Graf. 79 Modified skyhook control method – síla pod pneumatikou



Graf. 80 Acceleration – zrychlení neodpružené hmoty



Graf. 81 Acceleration – zrychlení odpružené hmoty



Graf. 82 Acceleration – síla pod pneumatikou

Tab. 1 Výsledné hodnoty pro Limited Relative Displacement

Algoritmus řízení	Zesílení	Sledovaná veličina a jednotka								Číslo měření		
Limited Relative Displacement	-	Síla pod pneumatikou [N]				Odpružená hmota [m.s ⁻²]		Neodpružená hmota [m.s ⁻²]				
		Průměrná hodnota	Minimální hodnota	Rozptyl	Směrodatná odchylka	Průměrná hodnota	Rozptyl	Směrodatná odchylka	Průměrné hodnota		Rozptyl	Směrodatná odchylka
		4430	434	2878562	1697	-0,265	17,243	4,152	0,038		4,628	2,151
		4437	512	2480627	1575	-0,246	14,866	3,856	0,032		4,203	2,050
		4442	573	2194295	1481	-0,235	13,177	3,630	0,032		4,204	2,050
		4446	622	1972551	1404	-0,224	11,860	3,444	0,031		4,213	2,053
		4450	661	1795222	1340	-0,215	10,798	3,286	0,031		4,229	2,057
		4454	691	1650171	1285	-0,206	9,923	3,150	0,031		4,250	2,061
		4457	714	1529568	1237	-0,198	9,189	3,031	0,031		4,274	2,067
		4460	732	1428075	1195	-0,191	8,565	2,927	0,031	4,301	2,074	
4463	744	1341889	1158	-0,184	8,031	2,834	0,030	4,331	2,081			
4465	752	1268200	1126	-0,178	7,568	2,751	0,030	4,363	2,089			



Tab. 2 Výsledné hodnoty pro Limited Relative Displacement amplified by velocity

Algoritmus řízení	Zesílení	Sledovaná veličina a jednotka								Číslo měření		
		Síla pod pneumatikou [N]				Odpružená hmota [m.s ⁻²]		Neodpružená hmota [m.s ⁻²]				
		Průměrná hodnota	Minimální hodnota	Rozptyl	Směrodatná odchylka	Průměrná hodnota	Rozptyl	Směrodatná odchylka	Průměrné hodnota		Rozptyl	Směrodatná odchylka
Limited Relative Displacement	velocity											
		4406	-192	1904735	1380	-0,301	11,158	3,340	-0,134	4,889	2,211	
		4414	-68	1797773	1341	-0,286	10,624	3,259	-0,091	4,450	2,110	
		4423	52	1698153	1303	-0,272	10,123	3,182	-0,046	4,346	2,085	
		4431	169	1607995	1268	-0,257	9,650	3,106	-0,008	4,393	2,096	
		4438	282	1527976	1236	-0,243	9,209	3,035	0,019	4,489	2,119	
		4445	392	1457800	1207	-0,229	8,802	2,967	0,036	4,552	2,134	
		4451	496	1396562	1182	-0,215	8,426	2,903	0,045	4,557	2,135	
		4456	593	1343099	1159	-0,203	8,088	2,844	0,047	4,516	2,125	
		4460	679	1296210	1139	-0,191	7,783	2,790	0,043	4,448	2,109	
4464	741	1254677	1120	-0,181	7,496	2,738	0,035	4,393	2,096			



Tab. 3 Výsledné hodnoty pro Limited Relative Displacement amplified by displacement

Algorithmus řízení		Zesílení		Sledovaná veličina a jednotka						Číslo měření			
Limited Relative Displacement	displacement	Síla pod pneumatikou [N]				Odpružená hmota [m·s ⁻²]		Neodpružená hmota [m·s ⁻²]		1.	2.		
		Průměrná hodnota	Minimální hodnota	Rozptyl	Směrodatná odchylka	Průměrná hodnota	Rozptyl	Směrodatná odchylka	Průměrné hodnota			Rozptyl	
		4465	735	1215566	1103	-0,189	7,446	2,729	0,114			8,735	2,956
		4463	792	1225770	1107	-0,187	7,431	2,726	0,070			7,167	2,677
		4462	837	1232896	1110	-0,186	7,418	2,724	0,040			6,118	2,473
		4462	871	1237361	1112	-0,185	7,409	2,722	0,022			5,418	2,328
		4462	896	1239710	1113	-0,184	7,400	2,720	0,012			4,945	2,224
		4462	910	1240489	1114	-0,182	7,393	2,719	0,009			4,638	2,154
		4463	913	1240190	1114	-0,181	7,385	2,718	0,010			4,446	2,108
		4464	901	1239215	1113	-0,180	7,378	2,716	0,014			4,345	2,085
		4465	868	1237890	1113	-0,178	7,372	2,715	0,020			4,318	2,078
4466	802	1236462	1112	-0,177	7,366	2,714	0,027	4,347	2,085				



Tab. 4 Výsledné hodnoty pro Limited Relative Velocity

Algoritmus řízení	Zesílení	Sledovaná veličina a jednotka								Číslo měření	
Limited Relative Velocity	-	Síla pod pneumatikou [N]			Odpružená hmota [m·s ⁻²]			Neodpružená hmota [m·s ⁻²]			
		Průměrná hodnota	Minimální hodnota	Rozptyl	Směrodatná odchylka	Průměrná hodnota	Rozptyl	Směrodatná odchylka	Průměrné hodnota	Rozptyl	Směrodatná odchylka
		4499	834	1636494	1279	-0,101	9,796	3,130	0,072	4,522	2,127
		4494	825	1574530	1255	-0,112	9,427	3,070	0,066	4,494	2,120
		4490	815	1518462	1232	-0,122	9,091	3,015	0,062	4,469	2,114
		4486	806	1467675	1211	-0,131	8,786	2,964	0,059	4,449	2,109
		4482	798	1421643	1192	-0,139	8,508	2,917	0,056	4,431	2,105
		4479	789	1379911	1175	-0,147	8,255	2,873	0,052	4,417	2,102
		4476	781	1342079	1158	-0,154	8,024	2,833	0,049	4,405	2,099
		4473	773	1307794	1144	-0,161	7,813	2,795	0,044	4,395	2,096
		4470	766	1276740	1130	-0,167	7,620	2,761	0,039	4,387	2,095
4467	758	1248635	1117	-0,173	7,444	2,728	0,034	4,382	2,093		

Tab. 5 Výsledné hodnoty pro Skyhook Control method

Algoritmus řízení	Zesílení	Sledovaná veličina a jednotka								Číslo měření	
Skyhook Control Method	-	Síla pod pneumatikou [N]				Odpružená hmota [m·s ⁻²]		Neodpružená hmota [m·s ⁻²]			
		Průměrná hodnota	Minimální hodnota	Rozptyl	Směrodatná odchylka	Průměrná hodnota	Rozptyl	Směrodatná odchylka	Průměrné hodnota	Rozptyl	Směrodatná odchylka
		4470	837	1202184	1096	-0,149	6,988	2,644	-0,105	6,646	2,578
		4470	828	1205258	1098	-0,152	7,023	2,650	-0,094	6,012	2,452
		4469	819	1207904	1099	-0,156	7,070	2,659	-0,074	5,387	2,321
		4469	811	1210552	1100	-0,160	7,113	2,667	-0,055	4,933	2,221
		4468	803	1213422	1102	-0,162	7,144	2,673	-0,042	4,689	2,165
		4468	795	1216609	1103	-0,165	7,183	2,680	-0,028	4,487	2,118
		4467	787	1220181	1105	-0,167	7,223	2,688	-0,013	4,357	2,087
		4467	780	1224160	1106	-0,170	7,264	2,695	0,001	4,298	2,073
		4467	772	1228540	1108	-0,172	7,303	2,702	0,013	4,299	2,073
4466	763	1233299	1111	-0,175	7,343	2,710	0,025	4,342	2,084		



Tab. 6 Výsledné hodnoty pro Limited Relative Velocity amplified by displacement

Algoritmus řízení		Zesílení		Sledovaná veličina a jednotka						Číslo měření	
Limited Relative Velocity		displacement		Síla pod pneumatikou [N]				Odpružená hmota [m·s ⁻²]			
				Průměrná hodnota	Minimální hodnota	Rozptyl	Směrodatná odchylka	Průměrná hodnota	Rozptyl	Směrodatná odchylka	Průměrné hodnota
		4417	-259	1730545	1316	-0,295	10,407	3,226	0,035	6,928	2,632
		4424	-150	1663444	1290	-0,278	9,990	3,161	0,028	6,169	2,484
		4430	-42	1601375	1265	-0,262	9,599	3,098	0,020	5,568	2,360
		4436	64	1543589	1242	-0,248	9,241	3,040	0,016	5,134	2,266
		4441	169	1488674	1220	-0,235	8,909	2,985	0,017	4,847	2,202
		4446	274	1436017	1198	-0,223	8,594	2,932	0,021	4,673	2,162
		4451	378	1385723	1177	-0,212	8,295	2,880	0,027	4,580	2,140
		4456	484	1338283	1157	-0,201	8,009	2,830	0,031	4,523	2,127
		4460	590	1294316	1138	-0,190	7,737	2,782	0,033	4,463	2,113
		4464	699	1254206	1120	-0,180	7,482	2,735	0,031	4,402	2,098

Tab. 7 Výsledné hodnoty pro Modified Skyhook Control method

Algoritmus řízení	Zesílení	Sledovaná veličina a jednotka								Číslo měření	
		Síla pod pneumatikou [N]				Odpružená hmota [m·s ⁻²]		Neodpružená hmota [m·s ⁻²]			
Modified Skyhook Control method		Průměrná hodnota	Minimální hodnota	Rozptyl	Směrodatná odchylka	Průměrná hodnota	Rozptyl	Směrodatná odchylka	Průměrné hodnota	Rozptyl	Směrodatná odchylka
	1.	4485	825	1638385	1280	-0,136	9,809	3,132	0,072	4,522	2,127
	2.	4485	819	1576437	1256	-0,136	9,440	3,072	0,066	4,494	2,120
	3.	4484	813	1520387	1233	-0,136	9,104	3,017	0,062	4,469	2,114
	4.	4483	806	1469611	1212	-0,138	8,799	2,966	0,059	4,449	2,109
	5.	4482	800	1423586	1193	-0,139	8,521	2,919	0,056	4,431	2,105
	6.	4482	794	1381850	1176	-0,141	8,268	2,875	0,052	4,417	2,102
	7.	4481	788	1344018	1159	-0,142	8,037	2,835	0,049	4,405	2,099
	8.	4480	781	1309722	1144	-0,144	7,827	2,798	0,044	4,395	2,096
	9.	4479	775	1278654	1131	-0,146	7,634	2,763	0,039	4,387	2,095
	10.	4478	769	1250528	1118	-0,148	7,458	2,731	0,034	4,382	2,093

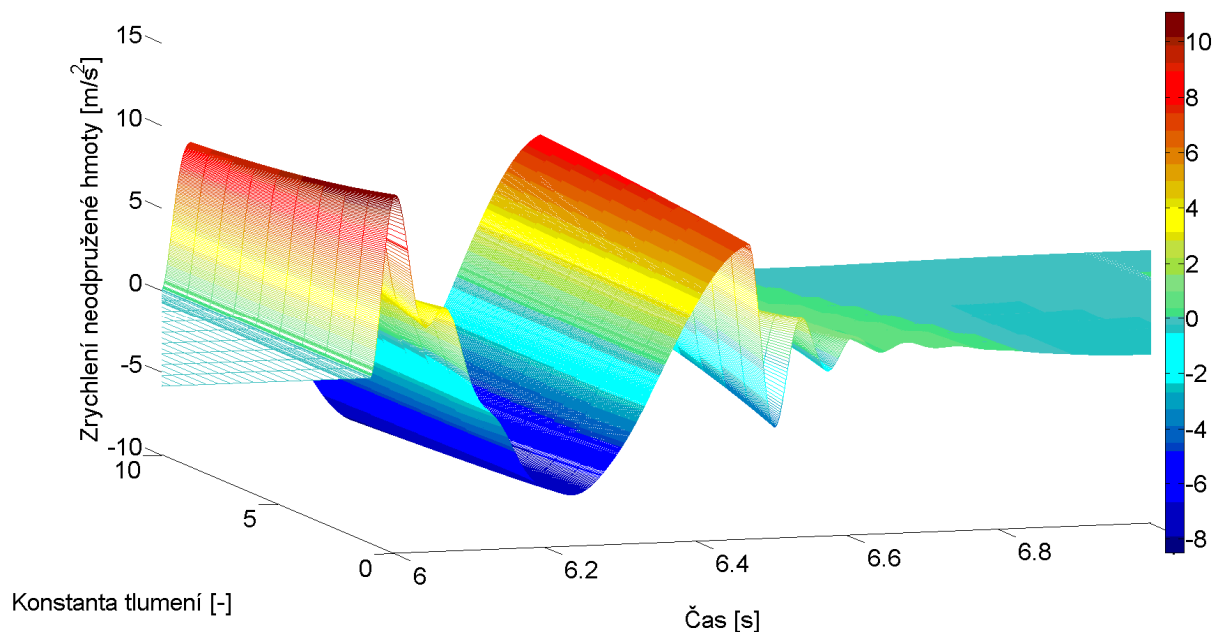


Tab. 8 Výsledné hodnoty pro Acceleration

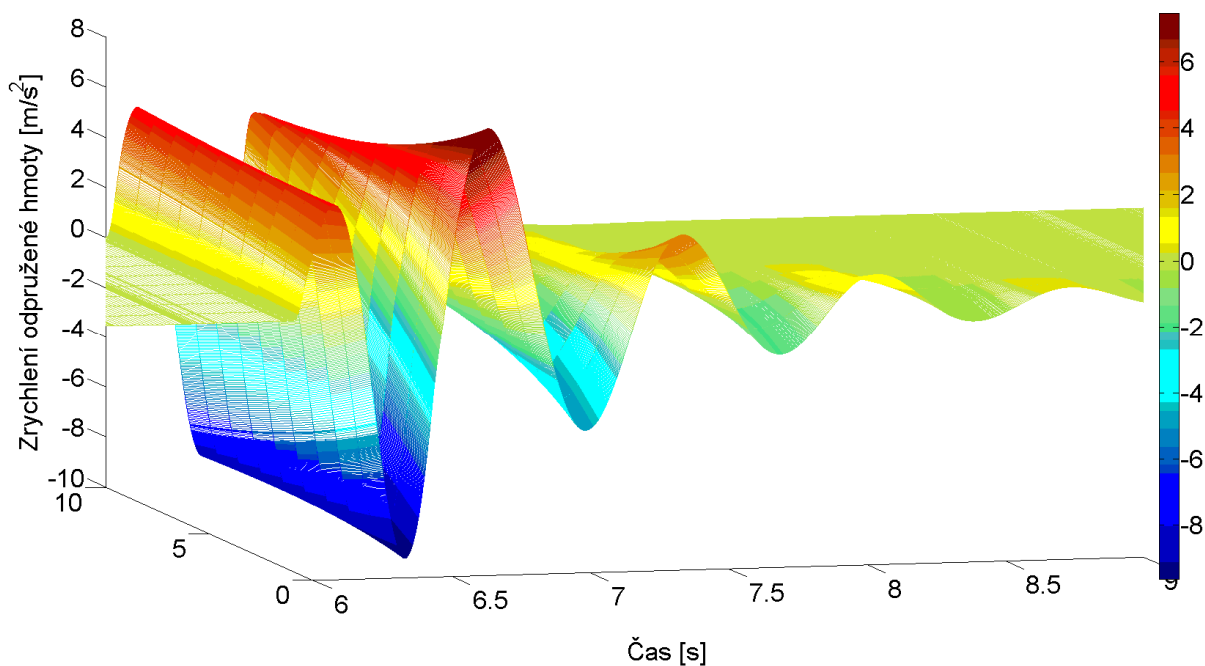
Algoritmus řízení	Zesílení	Sledovaná veličina a jednotka								Číslo měření		
		Síla pod pneumatikou [N]				Odpružená hmota [m·s ⁻²]		Neodpružená hmota [m·s ⁻²]				
Acceleration	-		Průměrná hodnota	Minimální hodnota	Rozptyl	Směrodatná odchylka	Průměrná hodnota	Rozptyl	Směrodatná odchylka	Průměrné hodnota	Rozptyl	Směrodatná odchylka
			4477	767	1237659	1113	-0,136	7,377	2,716	0,030	4,379	2,093
			4477	767	1237659	1113	-0,136	7,377	2,716	0,030	4,379	2,093
			4477	767	1237659	1113	-0,136	7,377	2,716	0,030	4,379	2,093
			4477	767	1237659	1113	-0,138	7,377	2,716	0,030	4,379	2,093
			4477	767	1237659	1113	-0,139	7,377	2,716	0,030	4,379	2,093
			4477	767	1237659	1113	-0,141	7,377	2,716	0,030	4,379	2,093
			4477	767	1237659	1113	-0,142	7,377	2,716	0,030	4,379	2,093
			4477	767	1237659	1113	-0,144	7,377	2,716	0,030	4,379	2,093
			4477	767	1237659	1113	-0,146	7,377	2,716	0,030	4,379	2,093
			4477	767	1237659	1113	-0,148	7,377	2,716	0,030	4,379	2,093



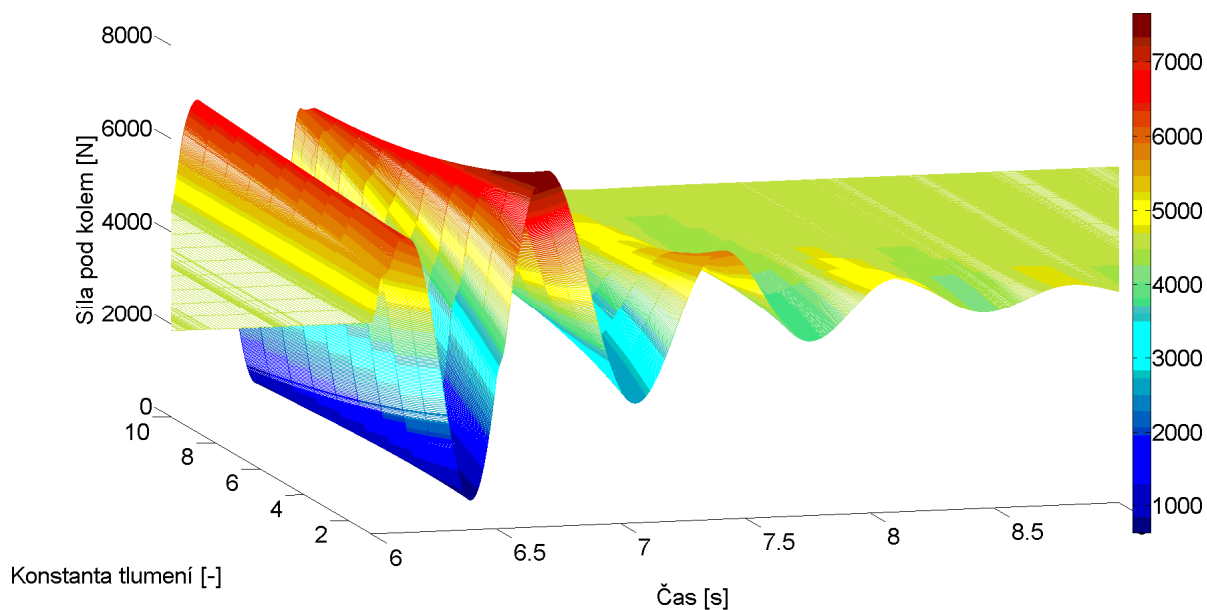
PŘÍLOHA 7 - VLIV ZMĚNY MAXIMÁLNÍ A MINIMÁLNÍ KONSTANTY TLUMENÍ PŘI ZACHOVÁNÍ POMĚRU (PROFIL VOZOVKY A)



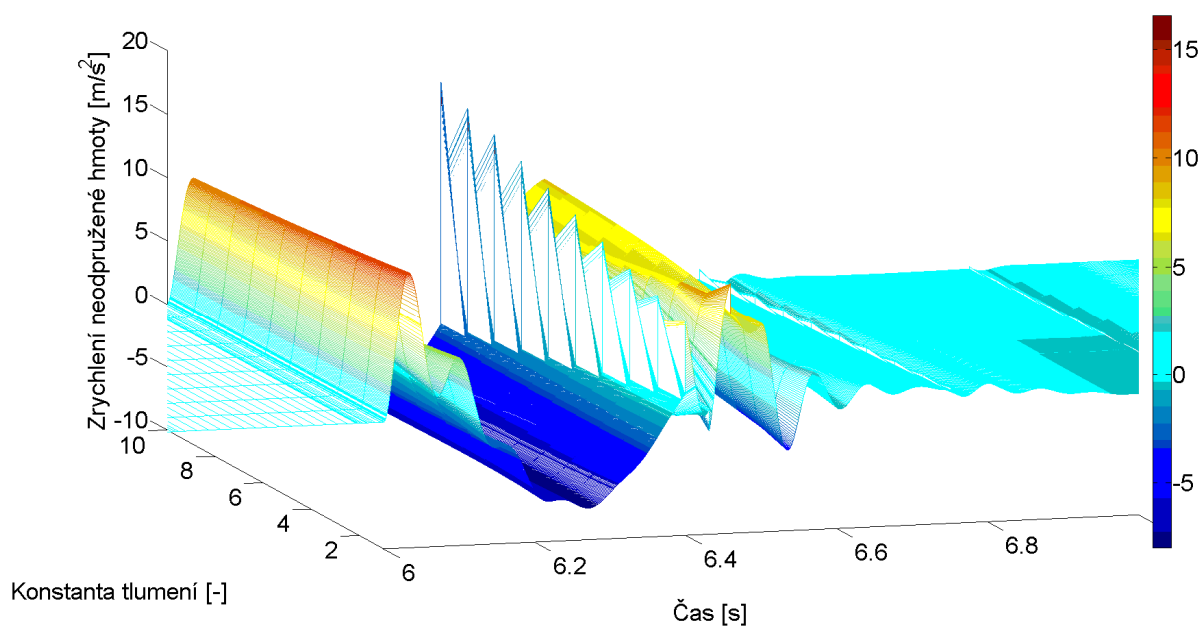
Graf. 83 Limited relative displacement control method – zrychlení neodpružené hmoty



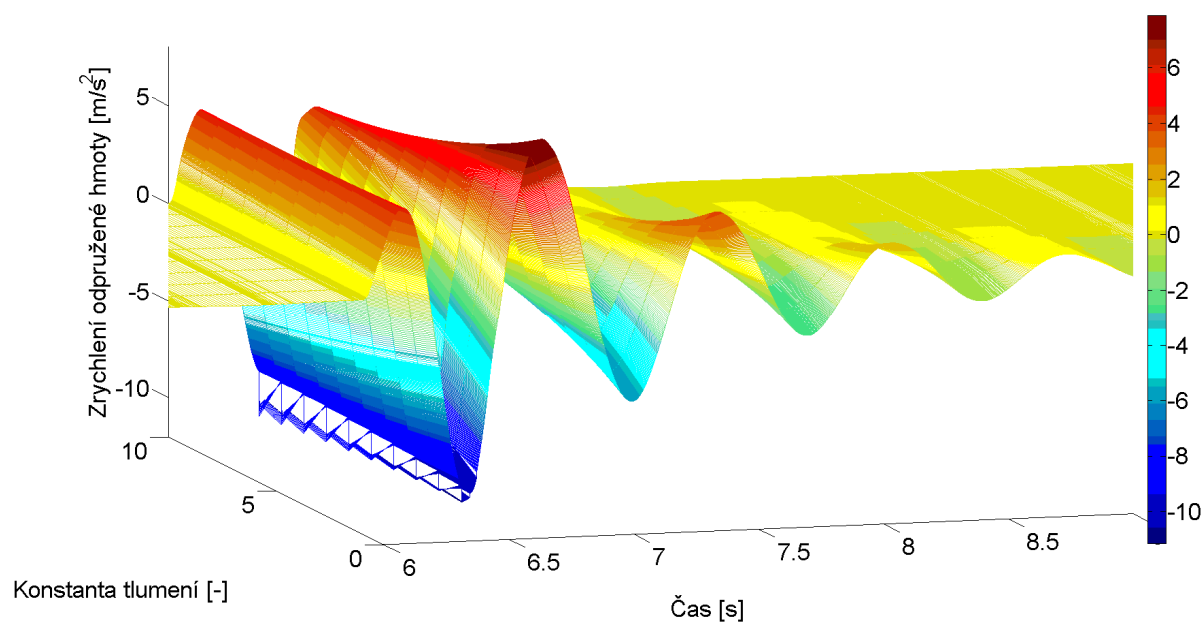
Graf. 84 Limited relative displacement control method – zrychlení odpružené hmoty



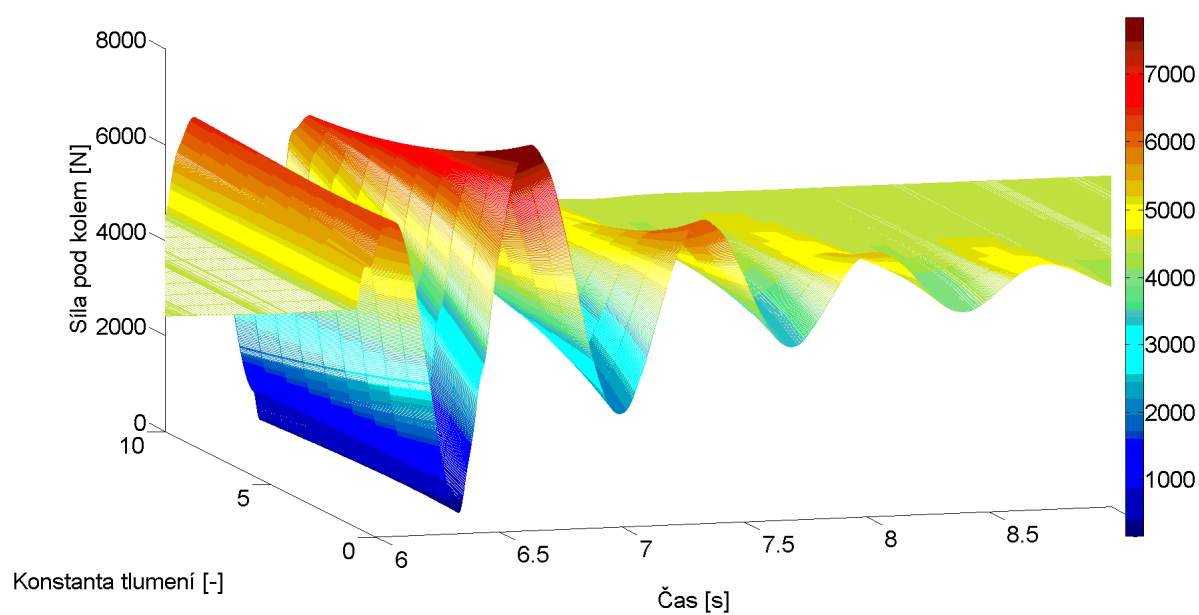
Graf. 85 Limited relative displacement control method – síla pod pneumatikou



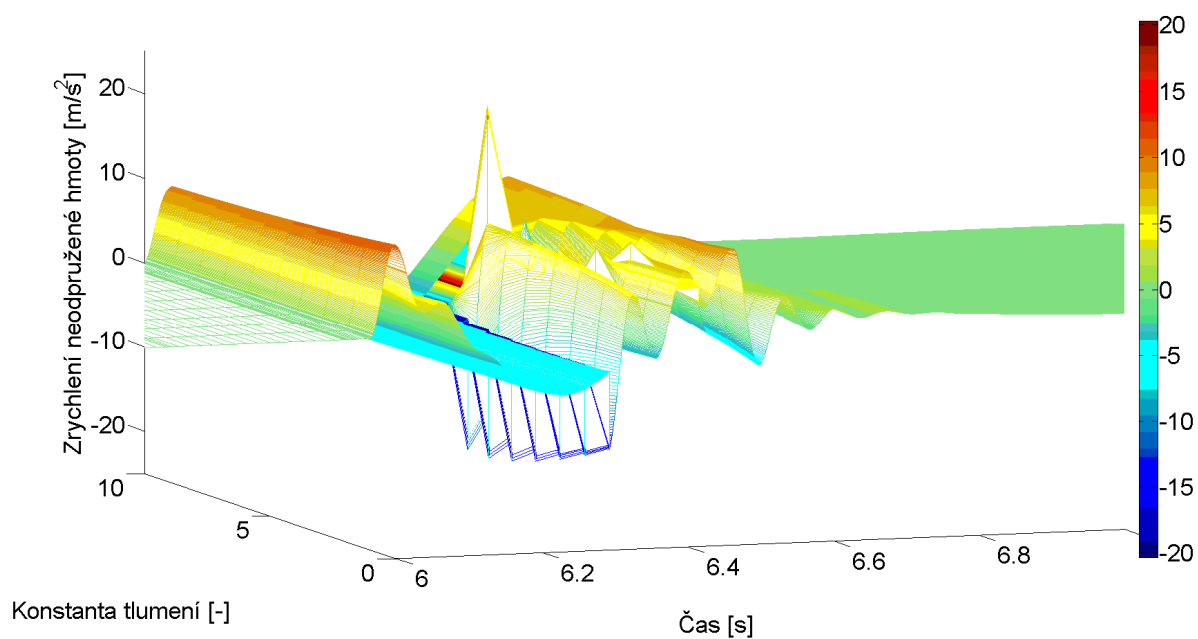
Graf. 86 Limited relative displacement amplified by velocity – zrychlení neodpružené hmoty



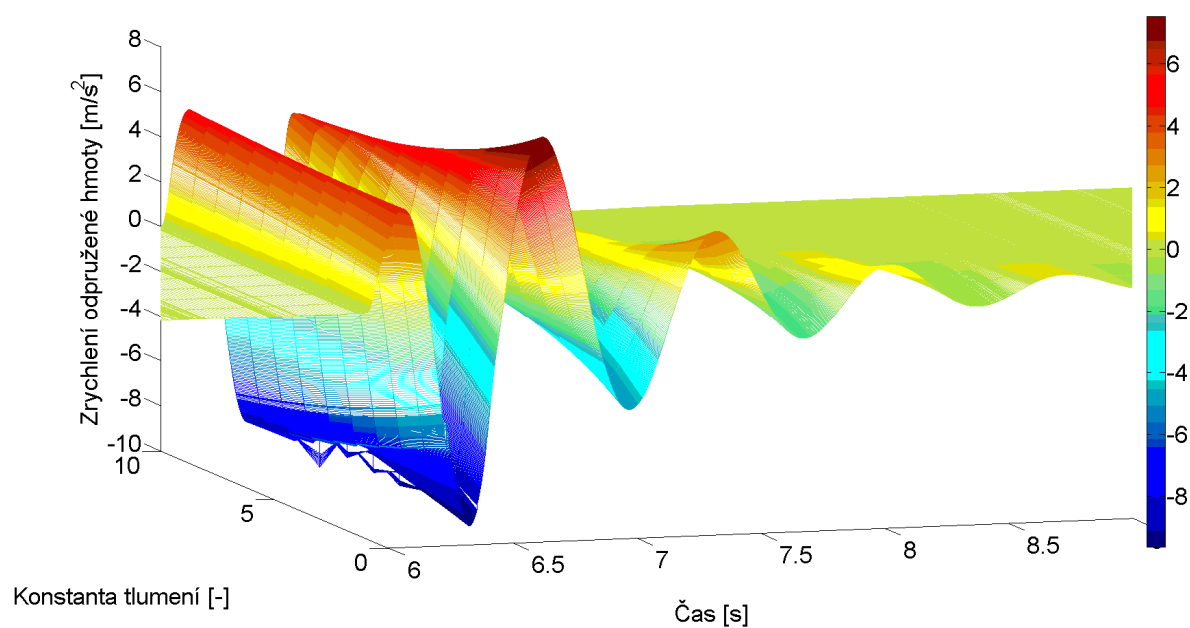
Graf. 87 Limited relative displacement amplified by velocity – zrychlení odpružené hmoty



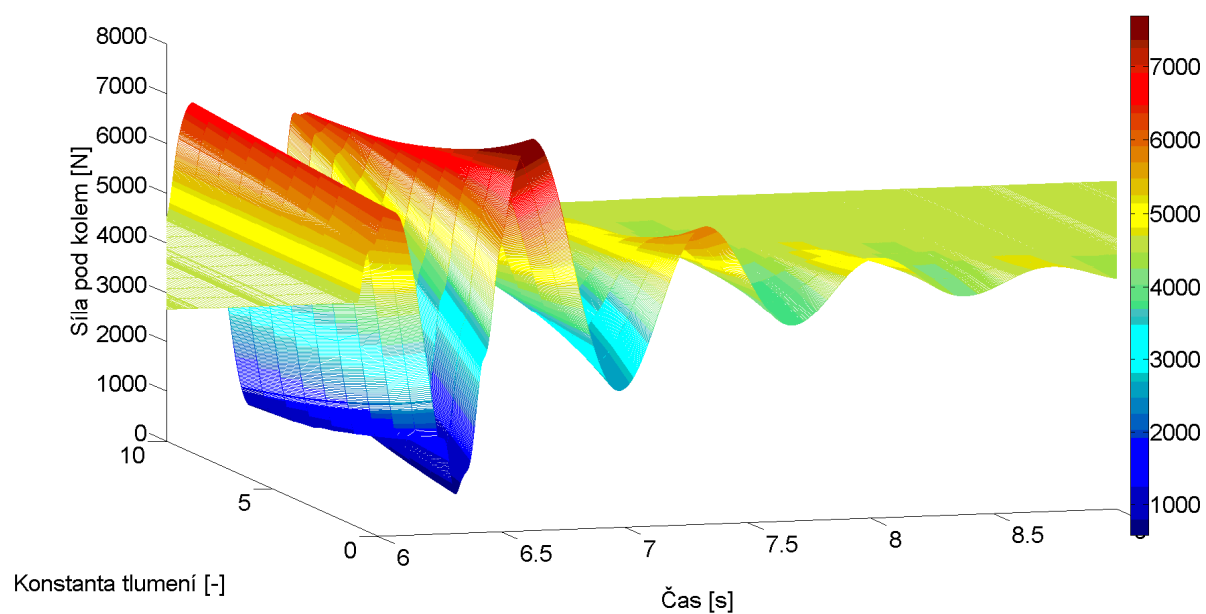
Graf. 88 Limited relative displacement amplified by velocity – síla pod pneumatikou



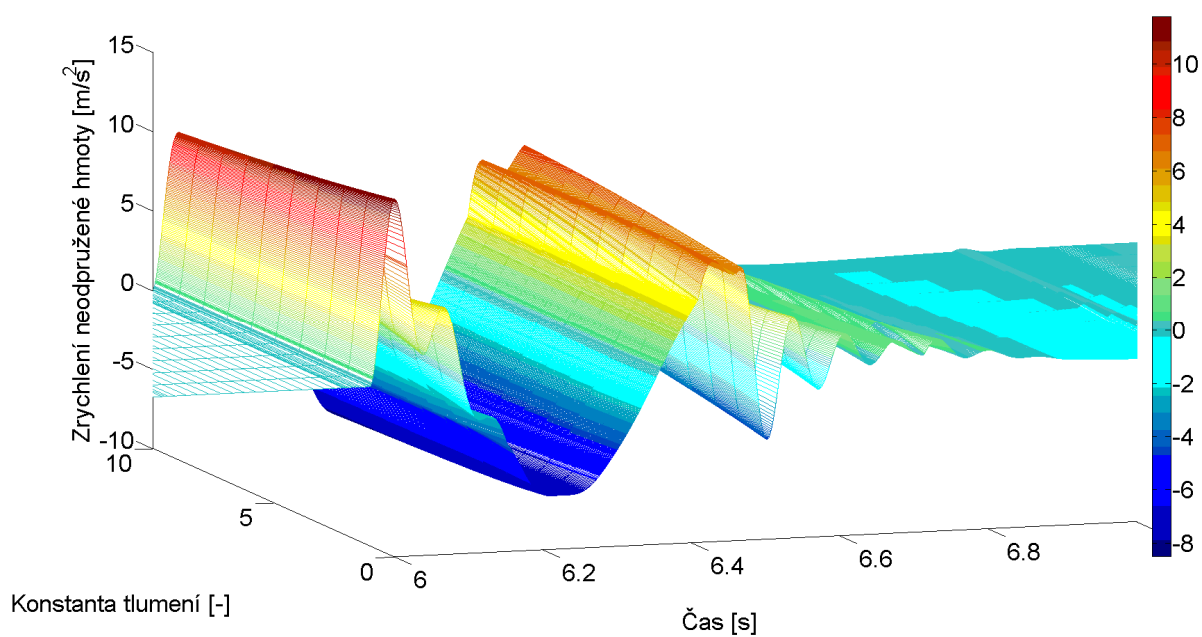
Graf. 89 Limited relative displacement amplified by displacement – *zrychlení neodpružené hmoty*



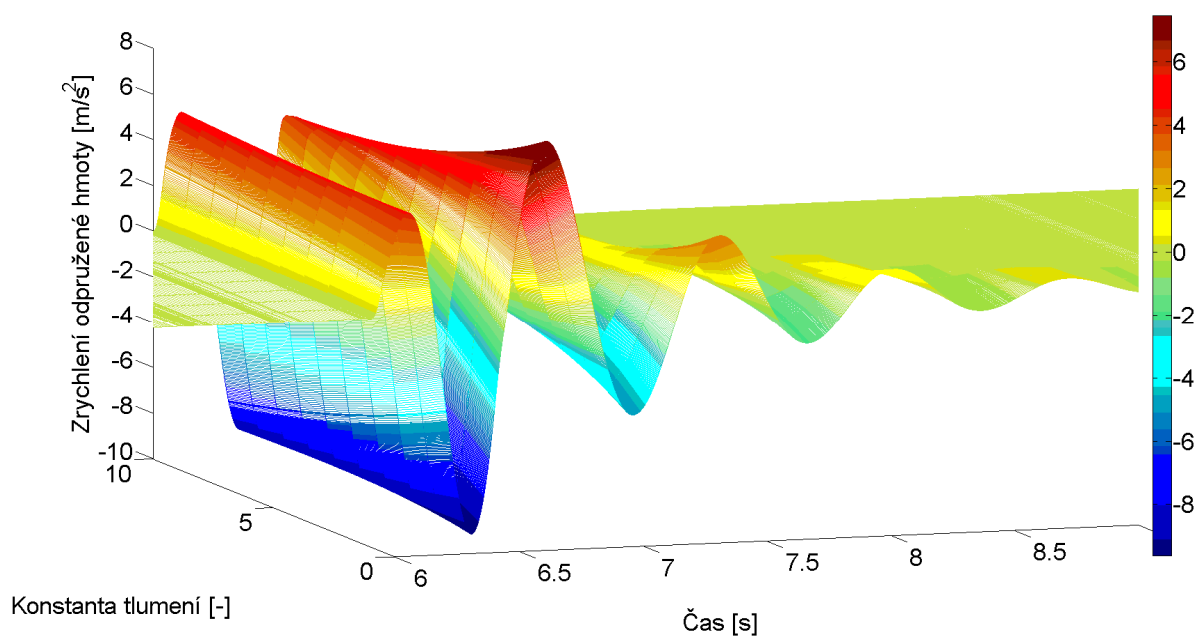
Graf. 90 Limited relative displacement amplified by displacement – *zrychlení odpružené hmoty*



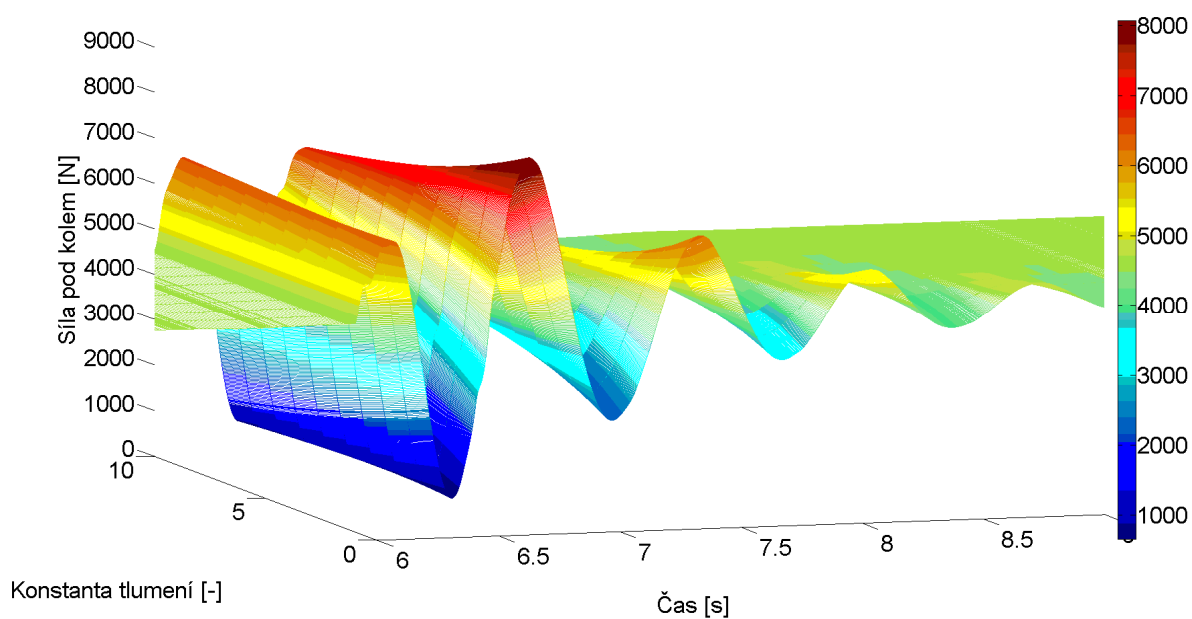
Graf. 91 Limited relative displacement amplified by displacement – síla pod pneumatikou



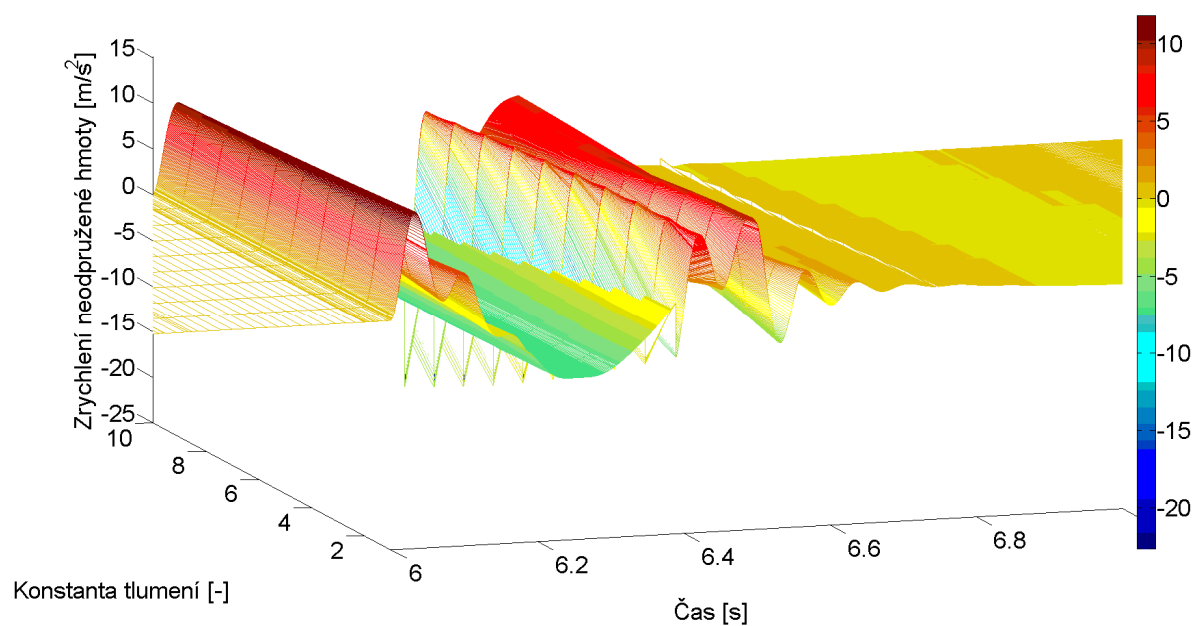
Graf. 92 Limited relative velocity control method – zrychlení neodpružené hmoty



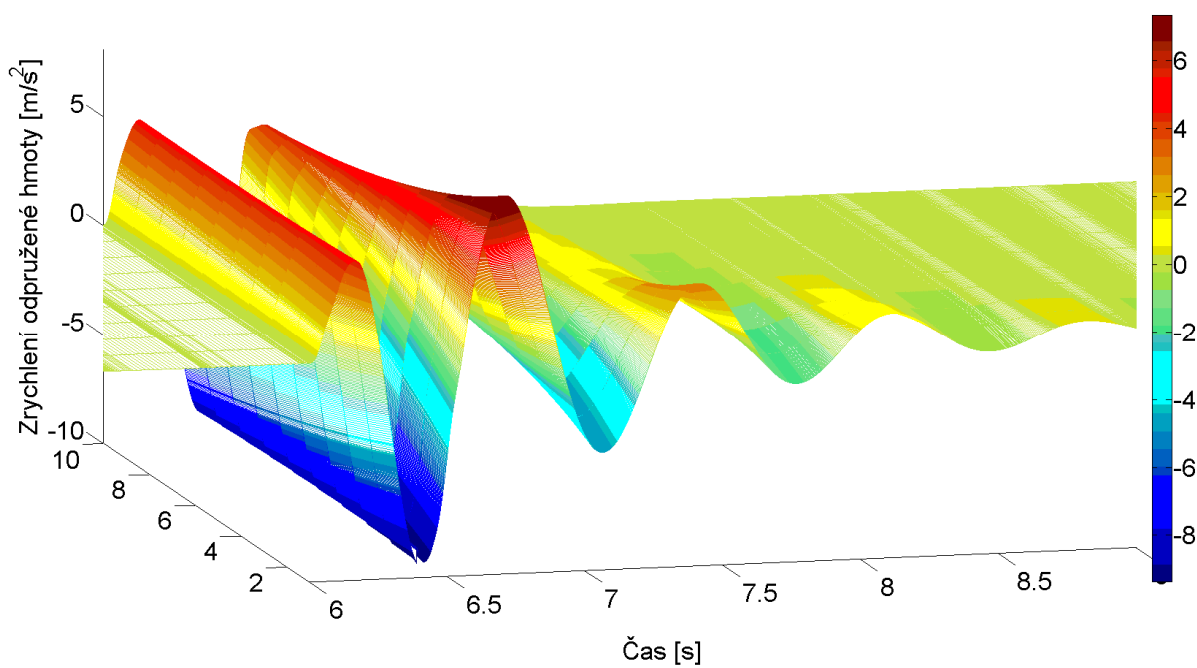
Graf. 93 Limited relative velocity control method – zrychlení odpružené hmoty



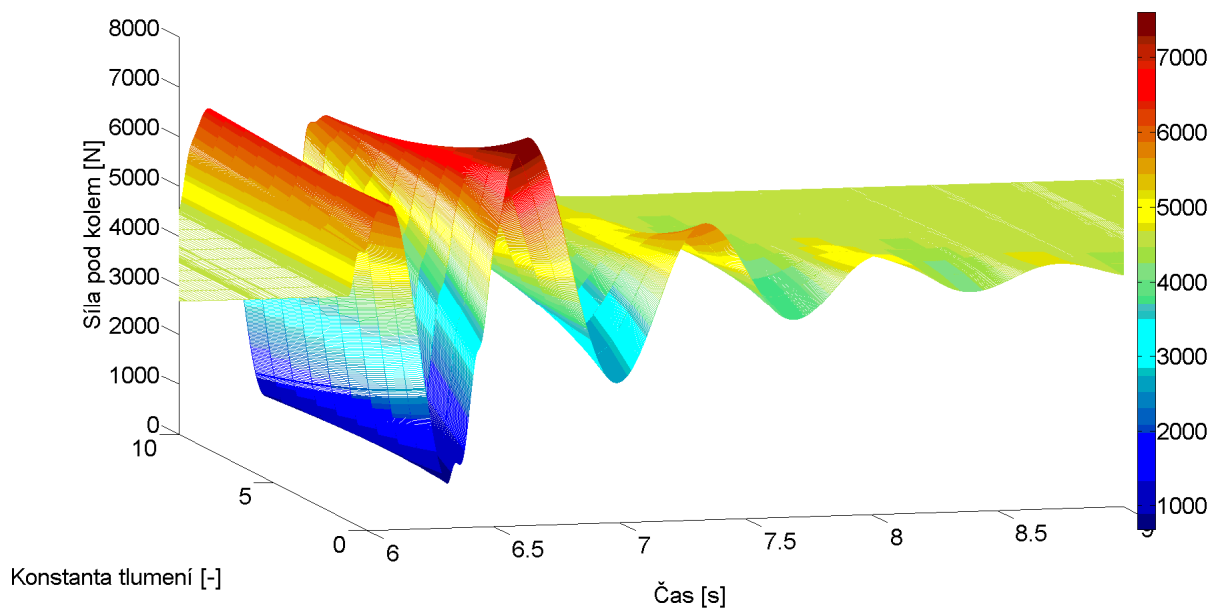
Graf. 94 Limited relative velocity control method – síla pod pneumatikou



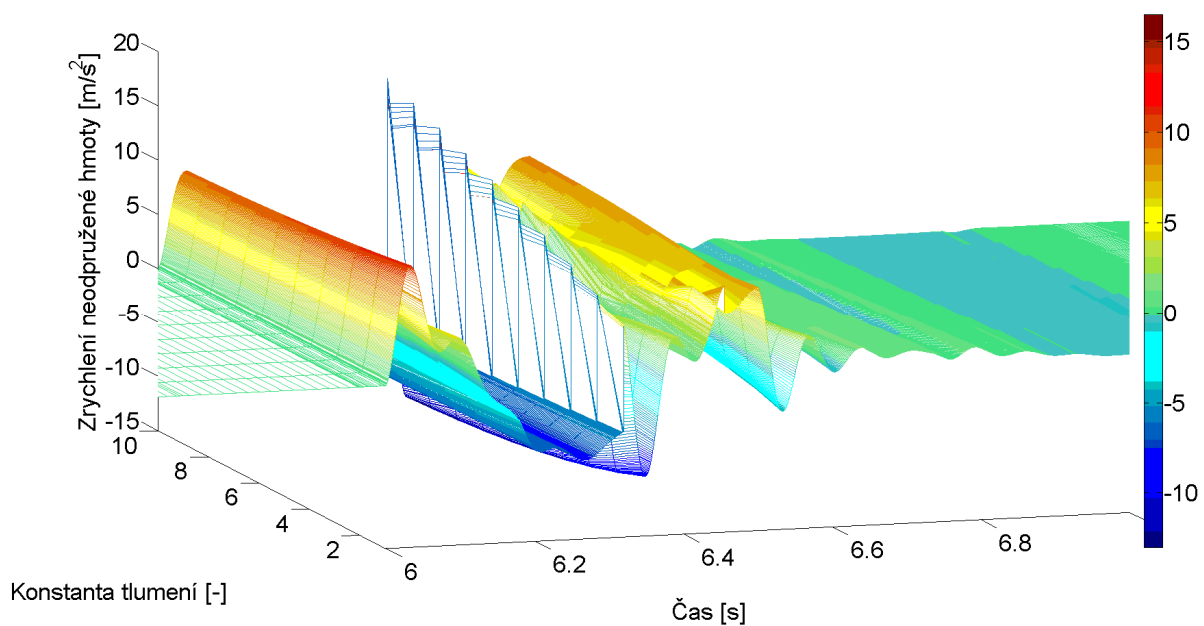
Graf. 95 Skyhook control method – zrychlení neodpružené hmoty



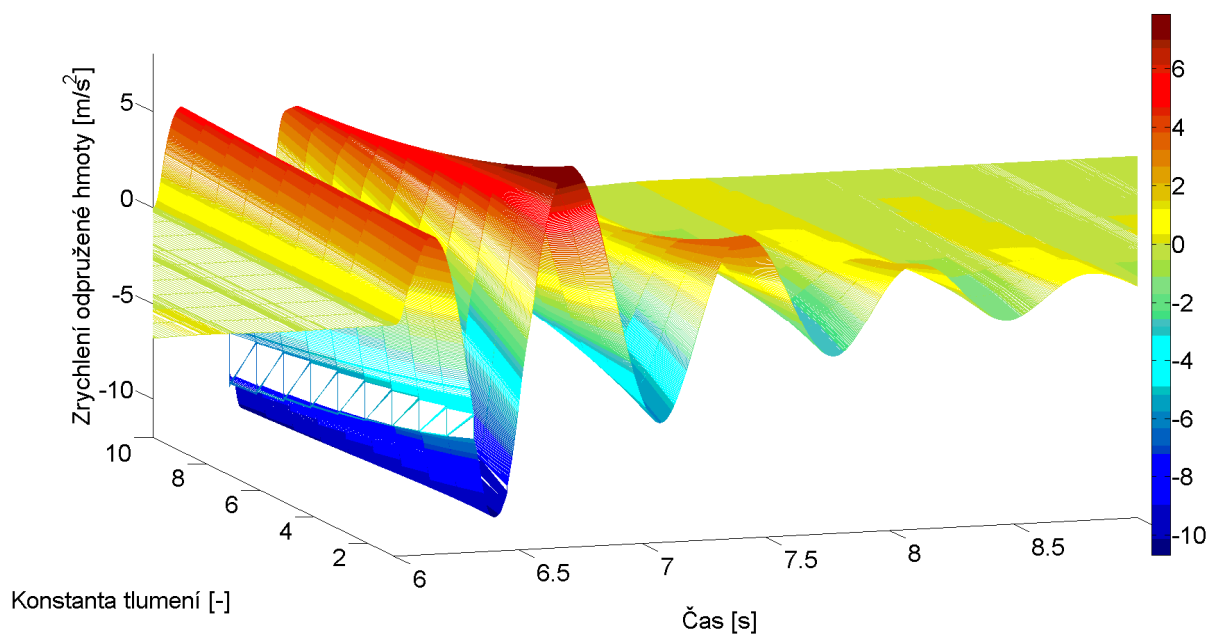
Graf. 96 Skyhook control method – zrychlení odpružené hmoty



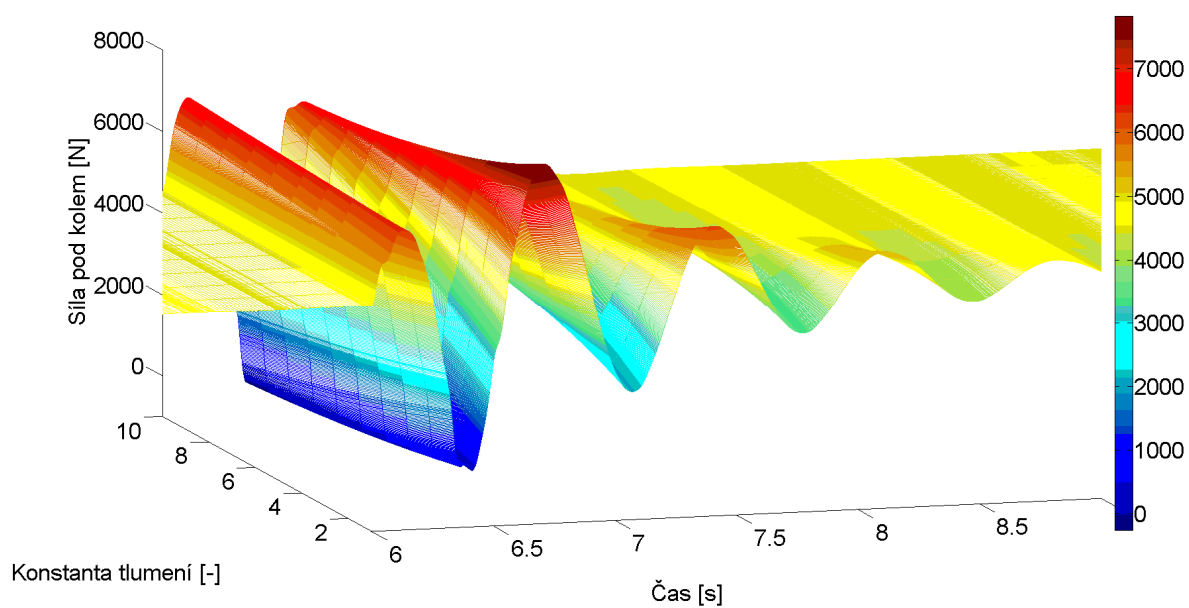
Graf. 97 Skyhook control method – síla pod pneumatikou



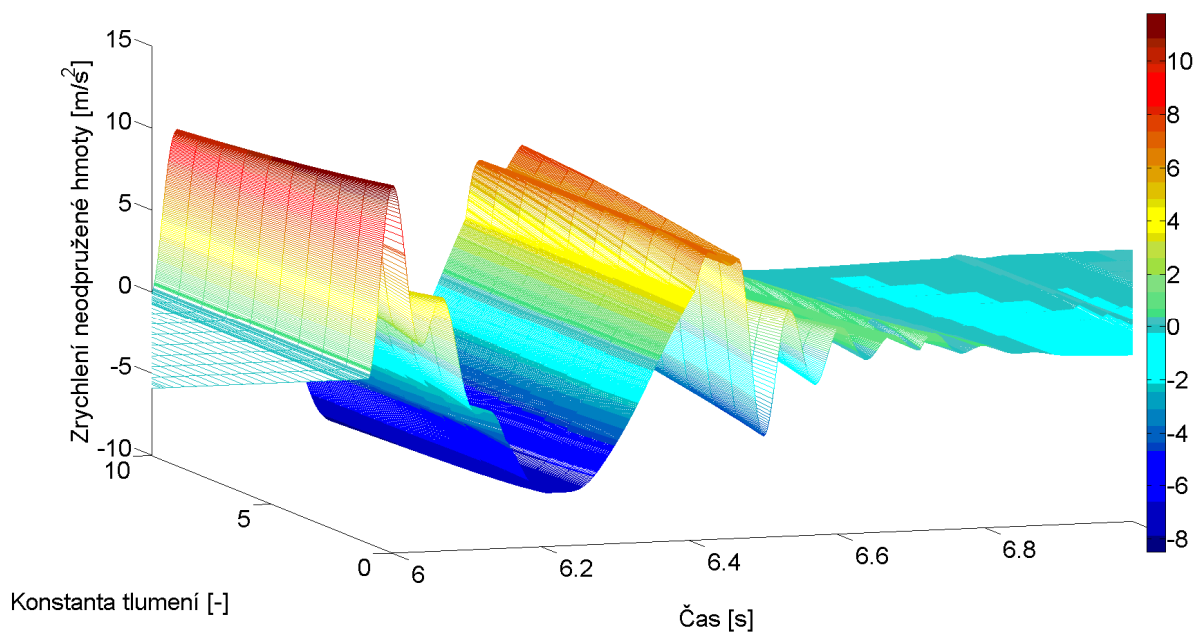
Graf. 98 Limited relative velocity amplified by displacement – zrychlení neodpružené hmoty



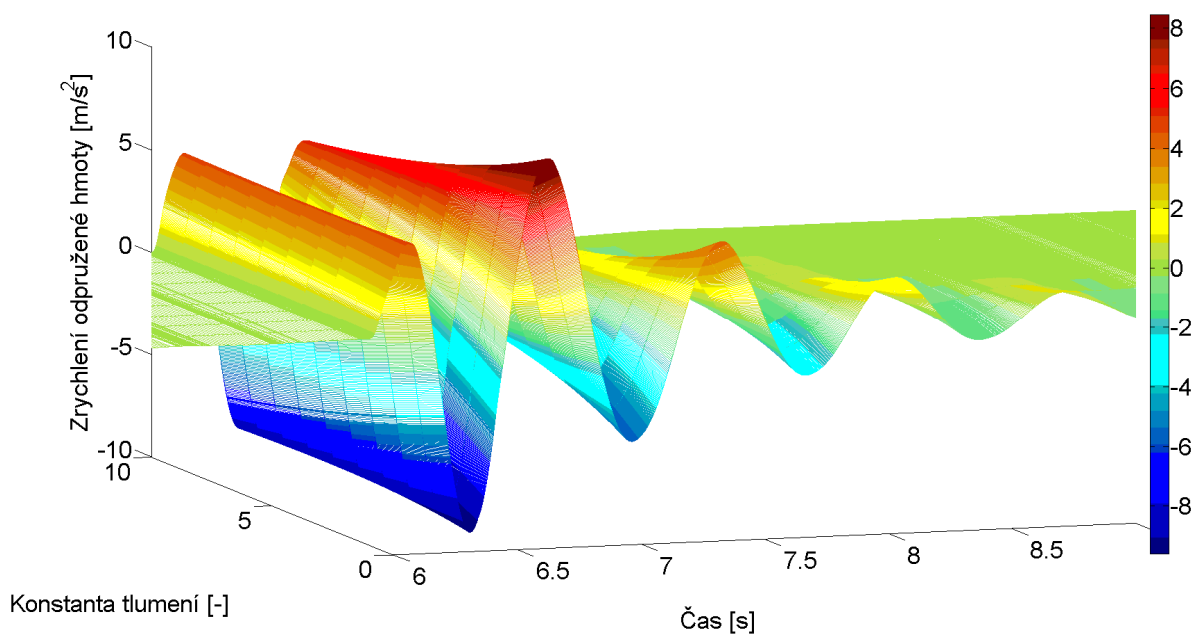
Graf. 99 Limited relative velocity amplified by displacement – zrychlení odpružené hmoty



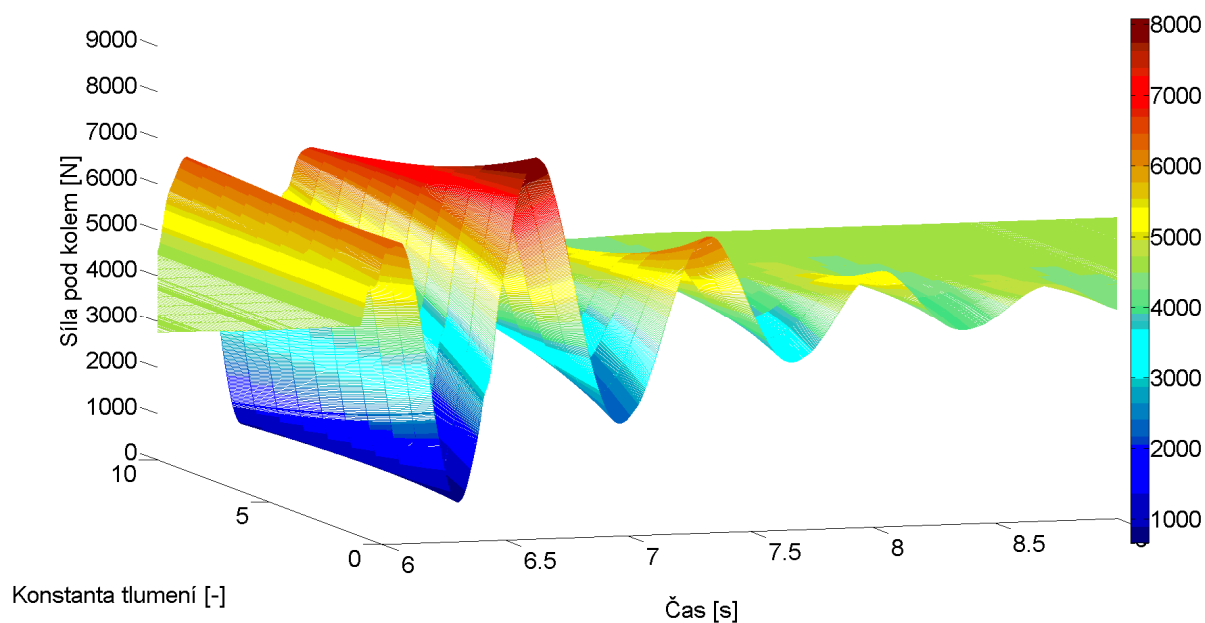
Graf. 100 Limited relative velocity amplified by displacement – síla pod pneumatikou



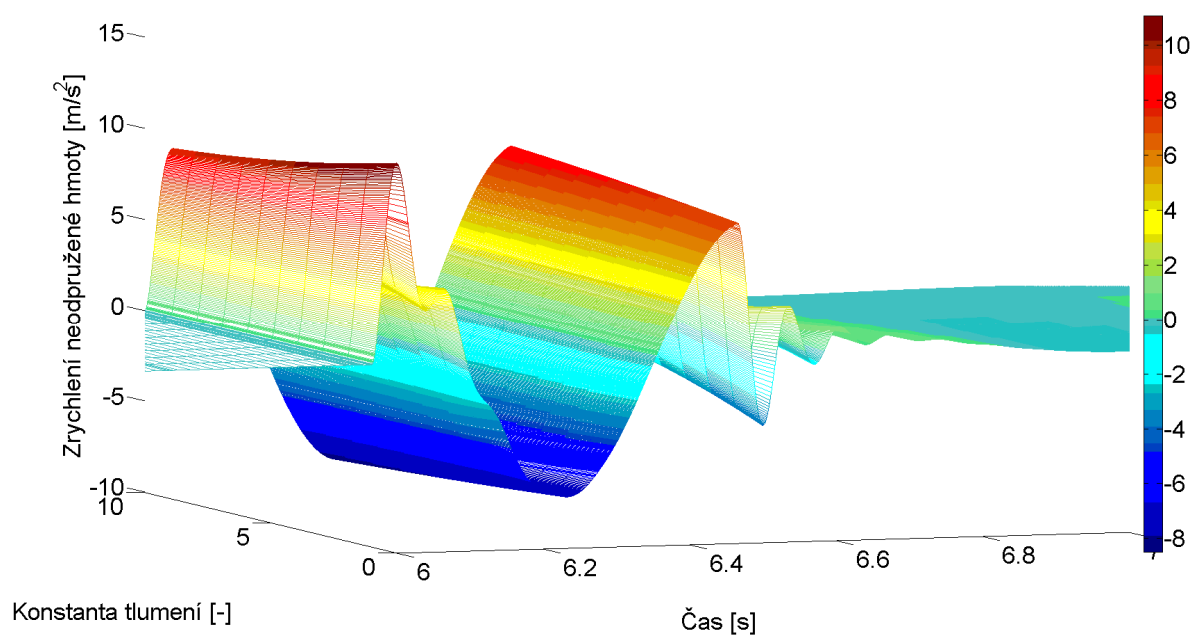
Graf. 101 Modified skyhook control method – zrychlení neodpružené hmoty



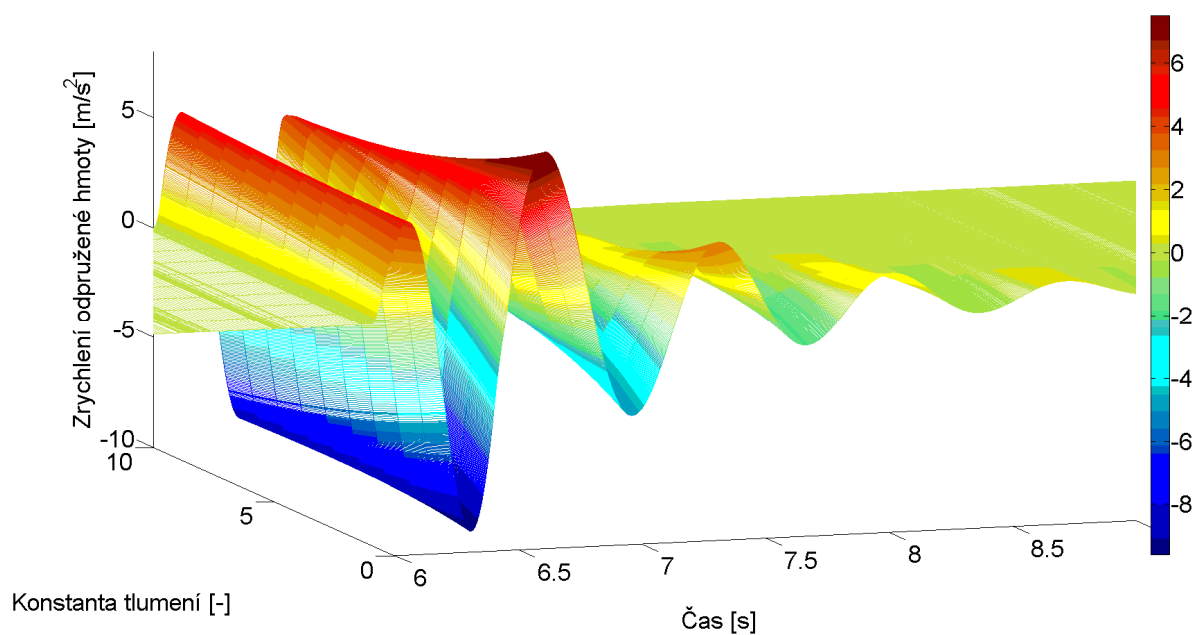
Graf. 102 Modified skyhook control method – zrychlení odpružené hmoty



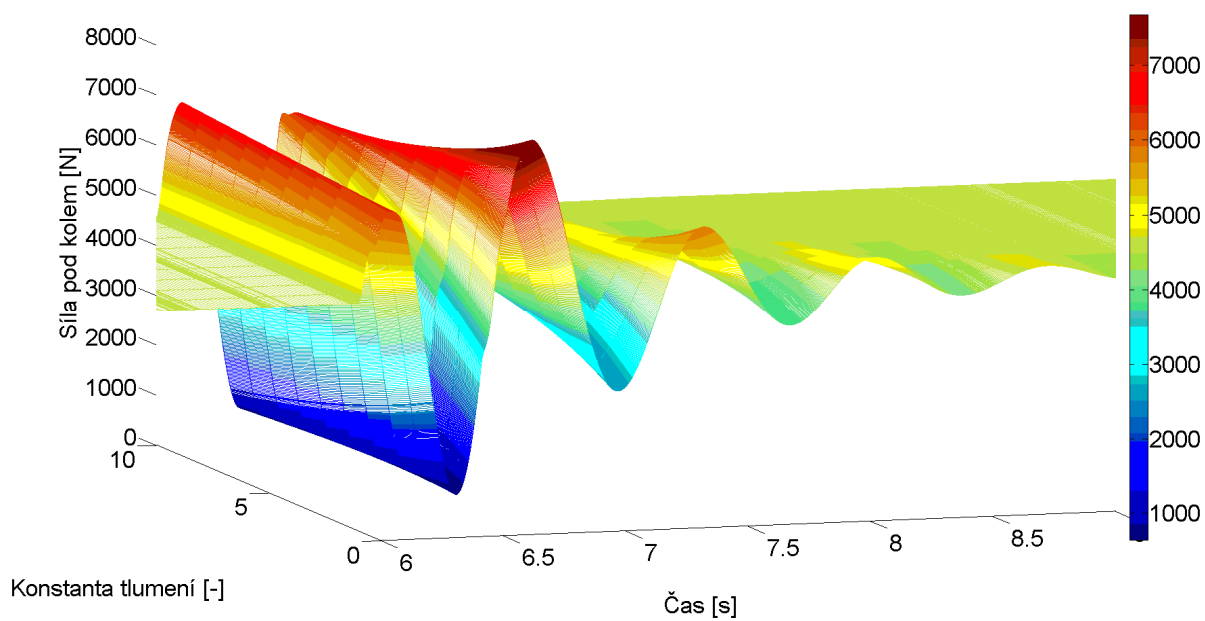
Graf. 103 Modified skyhook control method – síla pod pneumatikou



Graf. 104 Acceleration – zrychlení neodpružené hmoty



Graf. 105 Acceleration – zrychlení odpružené hmoty



Graf. 106 Acceleration – síla pod pneumatikou

Tab. 9 Výsledné hodnoty pro Limited Relative Displacement

Algoritmus řízení	Zesílení	Sledovaná veličina a jednotka								Číslo měření		
Limited Relative Displacement	-	Síla pod pneumatikou [N]				Odpružená hmota [m.s ⁻²]		Neodpružená hmota [m.s ⁻²]				
		Průměrná hodnota	Minimální hodnota	Rozptyl	Směrodatná odchylka	Průměrná hodnota	Rozptyl	Směrodatná odchylka	Průměrné hodnota		Rozptyl	Směrodatná odchylka
		4421	435	3058167	1749	-0,292	18,272	4,275	0,097		4,420	2,102
		4429	527	2554698	1598	-0,272	15,291	3,910	0,084		4,254	2,063
		4435	596	2205490	1485	-0,257	13,233	3,638	0,083		4,248	2,061
		4441	649	1946094	1395	-0,244	11,692	3,419	0,082		4,257	2,063
		4446	688	1745703	1321	-0,232	10,489	3,239	0,082		4,276	2,068
		4450	717	1586693	1260	-0,221	9,525	3,086	0,082		4,303	2,074
		4454	736	1458118	1208	-0,211	8,736	2,956	0,082		4,336	2,082
		4458	749	1352738	1163	-0,202	8,082	2,843	0,082	4,373	2,091	
4461	756	1265533	1125	-0,194	7,532	2,745	0,083	4,413	2,101			
4464	757	1192877	1092	-0,187	7,068	2,659	0,083	4,457	2,111			



Tab. 10 Výsledné hodnoty pro Limited Relative Displacement amplified by velocity

Algoritmus řízení	Zesílení	Sledovaná veličina a jednotka								Číslo měření		
		Síla pod pneumatikou [N]				Odpružená hmota [m.s ⁻²]		Neodpružená hmota [m.s ⁻²]				
		Průměrná hodnota	Minimální hodnota	Rozptyl	Směrodatná odchylka	Průměrná hodnota	Rozptyl	Směrodatná odchylka	Průměrné hodnota		Rozptyl	Směrodatná odchylka
Limited Relative Displacement	velocity											
		4407	198	2497652	1580	-0,314	14,761	3,842	-0,024	3,955	1,989	
		4412	232	2115422	1454	-0,302	12,560	3,544	-0,005	4,004	2,001	
		4419	250	1842320	1357	-0,290	10,999	3,316	0,022	4,208	2,051	
		4425	256	1637662	1280	-0,279	9,836	3,136	0,052	4,454	2,111	
		4431	254	1480681	1217	-0,268	8,937	2,989	0,080	4,745	2,178	
		4436	245	1359208	1166	-0,257	8,214	2,866	0,098	5,014	2,239	
		4441	230	1264978	1125	-0,245	7,621	2,761	0,105	5,209	2,282	
		4446	213	1191895	1092	-0,234	7,147	2,673	0,110	5,405	2,325	
		4451	192	1135424	1066	-0,224	6,770	2,602	0,117	5,592	2,365	
4455	169	1092140	1045	-0,213	6,444	2,538	0,110	5,616	2,370			



Tab. 11 Výsledné hodnoty pro Limited Relative Displacement amplified by displacement

Algoritmus řízení		Zesílení		Sledovaná veličina a jednotka						Číslo měření				
Limited Relative Displacement	displacement	Síla pod pneumatikou [N]	Průměrná hodnota	Minimální hodnota	Rozptyl	Směrodatná odchylka	Průměrná hodnota	Rozptyl	Odpružená hmota [m·s ⁻²]	Směrodatná odchylka	Průměrné hodnota	Rozptyl	Neodpružená hmota [m·s ⁻²]	1.
														2.
														3.
		4.												
		5.												
		6.												
		7.												
		8.												
		9.												
		10.												



Tab. 12 Výsledné hodnoty pro Limited Relative Velocity

Algoritmus řízení	Zesílení	Sledovaná veličina a jednotka								Číslo měření	
Limited Relative Velocity	-	Síla pod pneumatikou [N]				Odpružená hmota [m·s ⁻²]		Neodpružená hmota [m·s ⁻²]			
		Průměrná hodnota	Minimální hodnota	Rozptyl	Směrodatná odchylka	Průměrná hodnota	Rozptyl	Směrodatná odchylka	Průměrné hodnota	Rozptyl	Směrodatná odchylka
		4453	658	2376193	1541	-0,217	14,219	3,771	0,099	4,338	2,083
		4462	731	1981014	1407	-0,195	11,877	3,446	0,102	4,365	2,089
		4470	775	1704848	1306	-0,176	10,221	3,197	0,108	4,422	2,103
		4477	798	1501438	1225	-0,161	8,986	2,998	0,116	4,499	2,121
		4482	806	1346510	1160	-0,148	8,034	2,834	0,123	4,585	2,141
		4487	802	1225935	1107	-0,136	7,283	2,699	0,129	4,684	2,164
		4492	788	1130856	1063	-0,127	6,682	2,585	0,136	4,790	2,189
		4496	768	1055357	1027	-0,118	6,195	2,489	0,143	4,902	2,214
		4499	744	995272	998	-0,111	5,797	2,408	0,150	5,015	2,239
4502	715	947545	973	-0,104	5,472	2,339	0,157	5,125	2,264		

Tab. 13 Výsledné hodnoty pro Skyhook Control method

Algoritmus řízení	Zesílení	Sledovaná veličina a jednotka				Číslo měření				
Skyhook Control Method	-	Síla pod pneumatikou [N]				Průměrná hodnota	4445	1.		
						Minimální hodnota	686	2.		
		Odpružená hmota [m·s ⁻²]	Rozptyl	Průměrná hodnota	-0,240	Rozptyl	1940373	3.		
						Průměrná hodnota	1629405	4.		
		Neooprúžená hmota [m·s ⁻²]	Rozptyl	Průměrná hodnota	-0,218	Rozptyl	1420189	5.		
						Průměrná hodnota	1269007	6.		
		Odpružená hmota [m·s ⁻²]	Rozptyl	Průměrná hodnota	-0,201	Rozptyl	1153175	7.		
						Průměrná hodnota	1061037	8.		
		Neooprúžená hmota [m·s ⁻²]	Rozptyl	Průměrná hodnota	-0,188	Rozptyl	987050	9.		
						Průměrná hodnota	928262	10.		



Tab. 14 Výsledné hodnoty pro Limited Relative Velocity amplified by displacement

Algoritmus řízení	Zesílení	Sledovaná veličina a jednotka									
		Číslo měření									
Limited Relative Velocity	displacement	Síla pod pneumatikou [N]				Odpružená hmota [m·s ⁻²]			Neodpružená hmota [m·s ⁻²]		
		Průměrná hodnota	Minimální hodnota	Rozptyl	Směrodatná odchylka	Průměrná hodnota	Rozptyl	Směrodatná odchylka	Průměrné hodnota	Rozptyl	Směrodatná odchylka
		4411	379	2439264	1562	-0,309	14,525	3,811	0,037	4,545	2,132
		4419	363	2050361	1432	-0,292	12,237	3,498	0,041	4,676	2,162
		4426	252	1780988	1335	-0,276	10,629	3,260	0,043	4,829	2,198
		4432	152	1585634	1259	-0,261	9,444	3,073	0,044	4,998	2,236
		4438	63	1436795	1199	-0,247	8,545	2,923	0,057	5,275	2,297
		4445	-16	1319852	1149	-0,234	7,852	2,802	0,087	5,691	2,386
		4451	-86	1229345	1109	-0,221	7,289	2,700	0,107	6,040	2,458
		4457	-148	1161813	1078	-0,207	6,823	2,612	0,104	6,164	2,483
		4461	-203	1112914	1055	-0,194	6,441	2,538	0,081	6,137	2,477
		4465	-252	1077871	1038	-0,182	6,142	2,478	0,054	6,104	2,471

Tab. 15 Výsledné hodnoty pro Modified Skyhook Control method

Algoritmus řízení	Zesílení	Sledovaná veličina a jednotka								Číslo měření		
		Síla pod pneumatikou [N]				Odpružená hmota [m·s ⁻²]		Neodpružená hmota [m·s ⁻²]				
Modified Skyhook Control method		Průměrná hodnota	Minimální hodnota	Rozptyl	Směrodatná odchylka	Průměrná hodnota	Rozptyl	Směrodatná odchylka	Průměrné hodnota		Rozptyl	Směrodatná odchylka
	1.	4452	660	2377221	1542	-0,218	14,226	3,772	0,099		4,338	2,083
	2.	4461	733	1982437	1408	-0,197	11,887	3,448	0,102		4,365	2,089
	3.	4469	777	1706491	1306	-0,178	10,232	3,199	0,108		4,422	2,103
	4.	4476	800	1503202	1226	-0,163	8,999	3,000	0,116		4,499	2,121
	5.	4481	808	1348340	1161	-0,150	8,047	2,837	0,123		4,585	2,141
	6.	4486	803	1227787	1108	-0,139	7,296	2,701	0,129		4,684	2,164
	7.	4490	790	1132730	1064	-0,130	6,695	2,588	0,136		4,790	2,189
	8.	4494	769	1057226	1028	-0,122	6,208	2,492	0,143	4,902	2,214	
	9.	4497	744	997112	999	-0,116	5,810	2,410	0,150	5,015	2,239	
10.	4500	716	949357	974	-0,109	5,485	2,342	0,157	5,125	2,264		

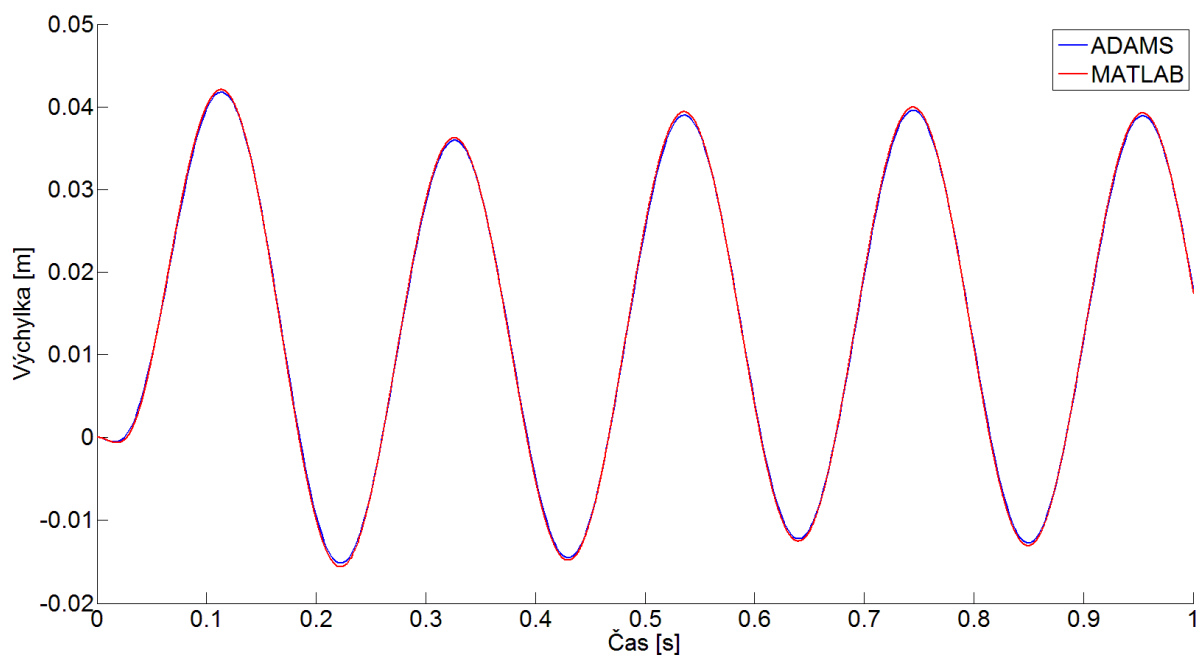


Tab. 16 Výsledné hodnoty pro Acceleration

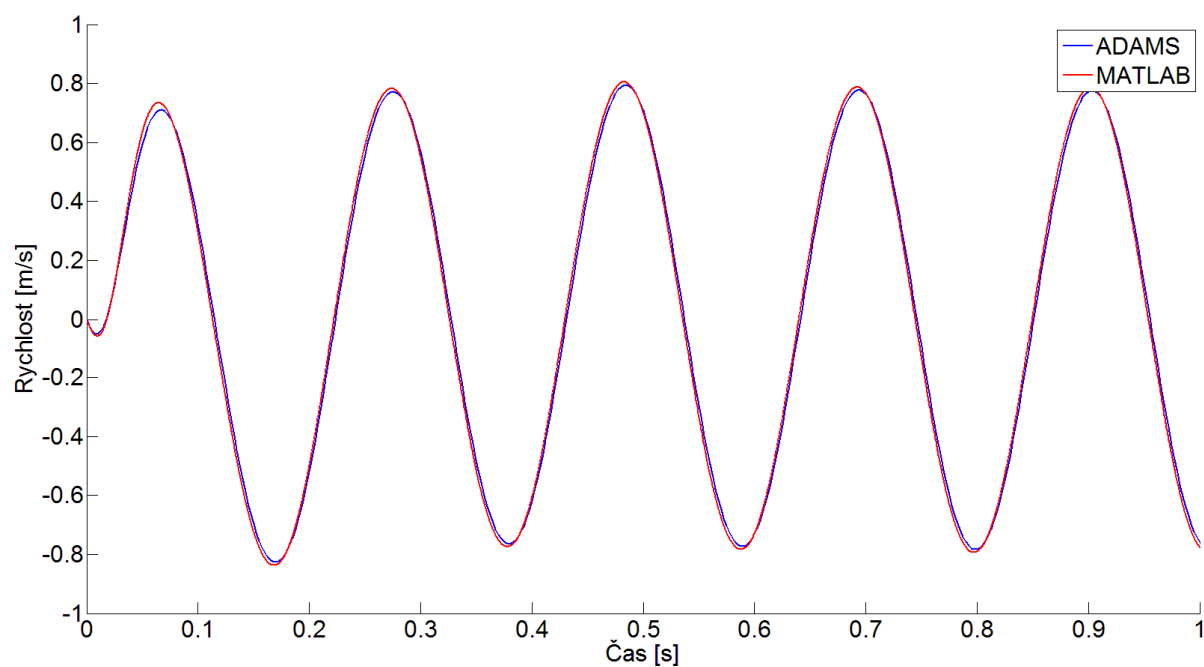
Algoritmus řízení	Zesílení	Sledovaná veličina a jednotka								Číslo měření	
		Síla pod pneumatikou [N]				Odpružená hmota [m·s ⁻²]		Neodpružená hmota [m·s ⁻²]			
Acceleration	-	Průměrná hodnota	4451	1.	Průměrná hodnota	-0,218	12,092	3,477	0,082	4,254	2,062
		Minimální hodnota	647	2.	Průměrná hodnota	-0,197	10,128	3,183	0,082	4,285	2,070
		Rozptyl	2012908	3.	Rozptyl	-0,178	8,747	2,958	0,082	4,336	2,082
		Směrodatná odchylka	1419	4.	Rozptyl	-0,163	7,731	2,780	0,082	4,398	2,097
		Směrodatná odchylka	1298	5.	Průměrná hodnota	-0,150	6,963	2,639	0,083	4,469	2,114
		Směrodatná odchylka	1685814	6.	Rozptyl	-0,139	6,371	2,524	0,085	4,546	2,132
		Směrodatná odchylka	1459701	7.	Rozptyl	-0,130	5,912	2,431	0,086	4,628	2,151
		Směrodatná odchylka	1296711	8.	Průměrná hodnota	-0,122	5,553	2,357	0,087	4,712	2,171
		Směrodatná odchylka	1176377	9.	Rozptyl	-0,116	5,273	2,296	0,089	4,798	2,190
		Směrodatná odchylka	767	10.	Rozptyl	-0,109	5,055	2,248	0,090	4,885	2,210



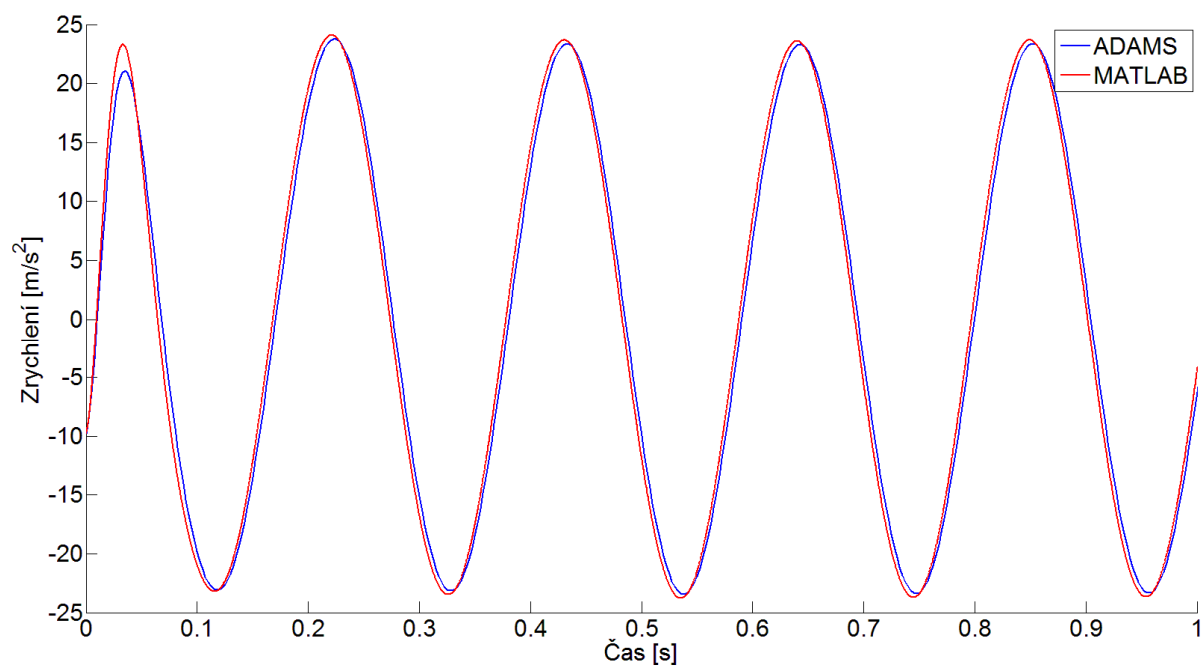
PŘÍLOHA 8 – VALIDACE VÝSLEDKŮ



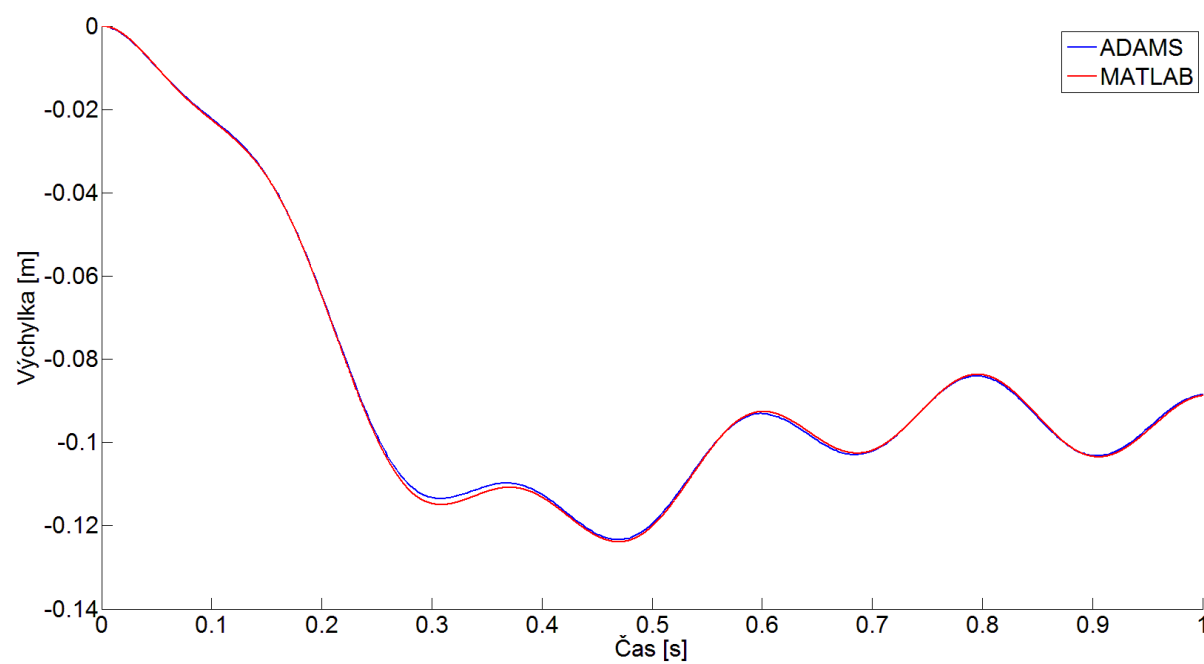
Graf. 107 Skyhook control method – poloha neodpružené hmoty



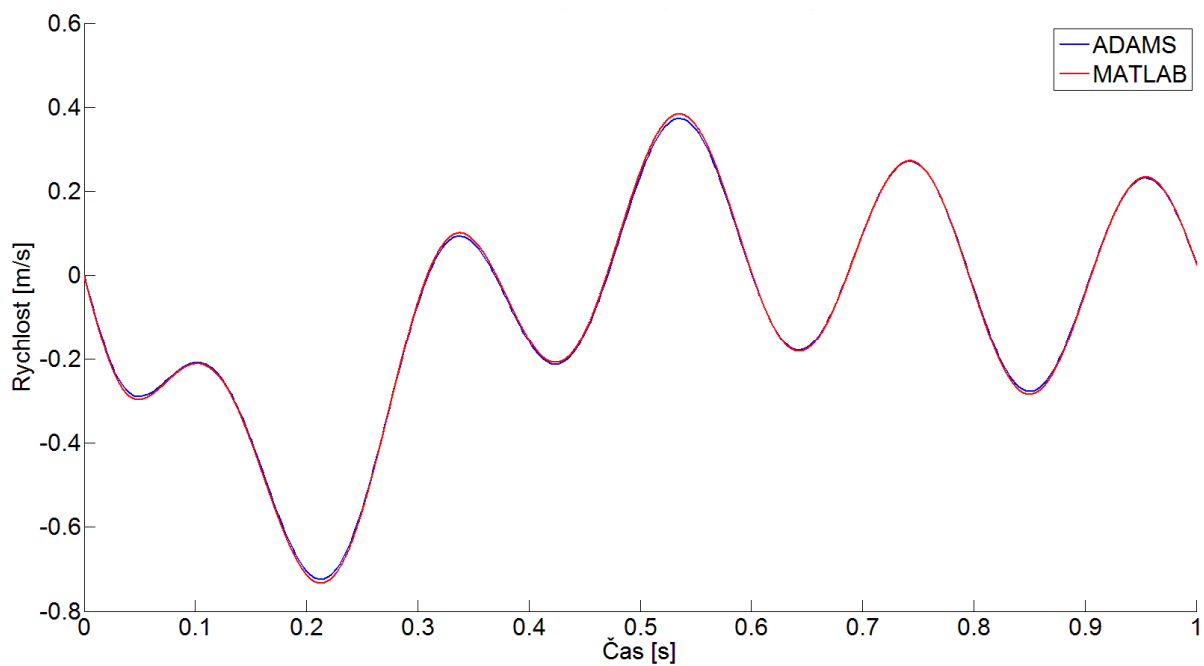
Graf. 108 Skyhook control method – rychlost neodpružené hmoty



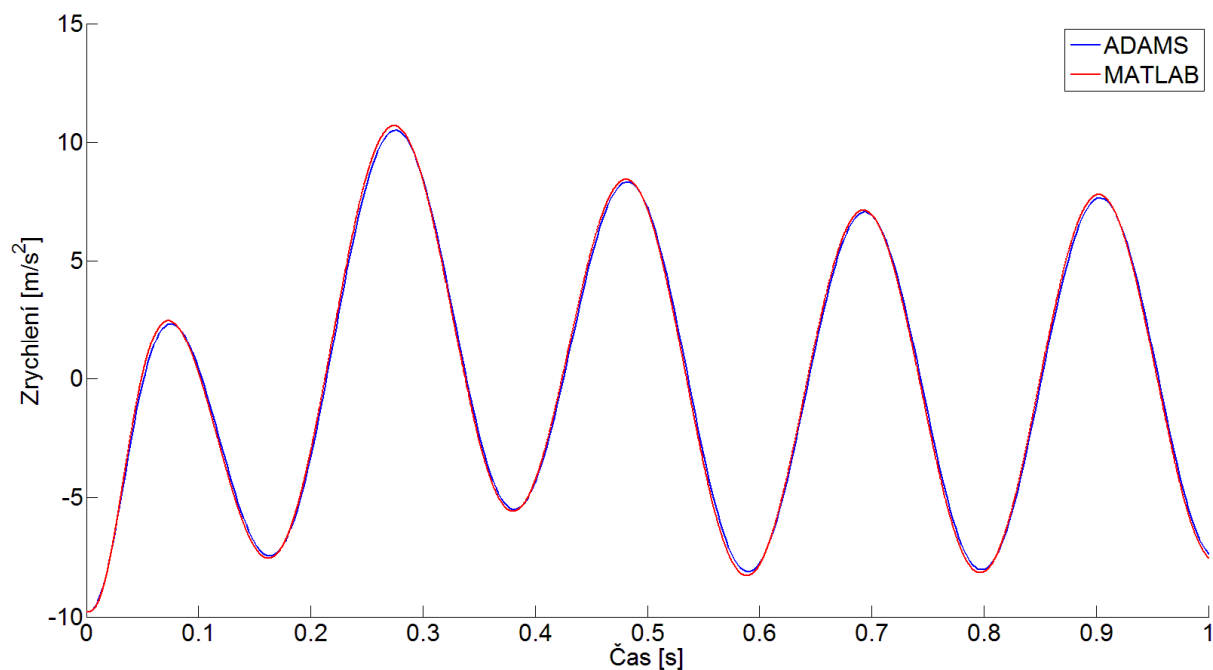
Graf. 109 Skyhook control method – zrychlení neodpružené hmoty



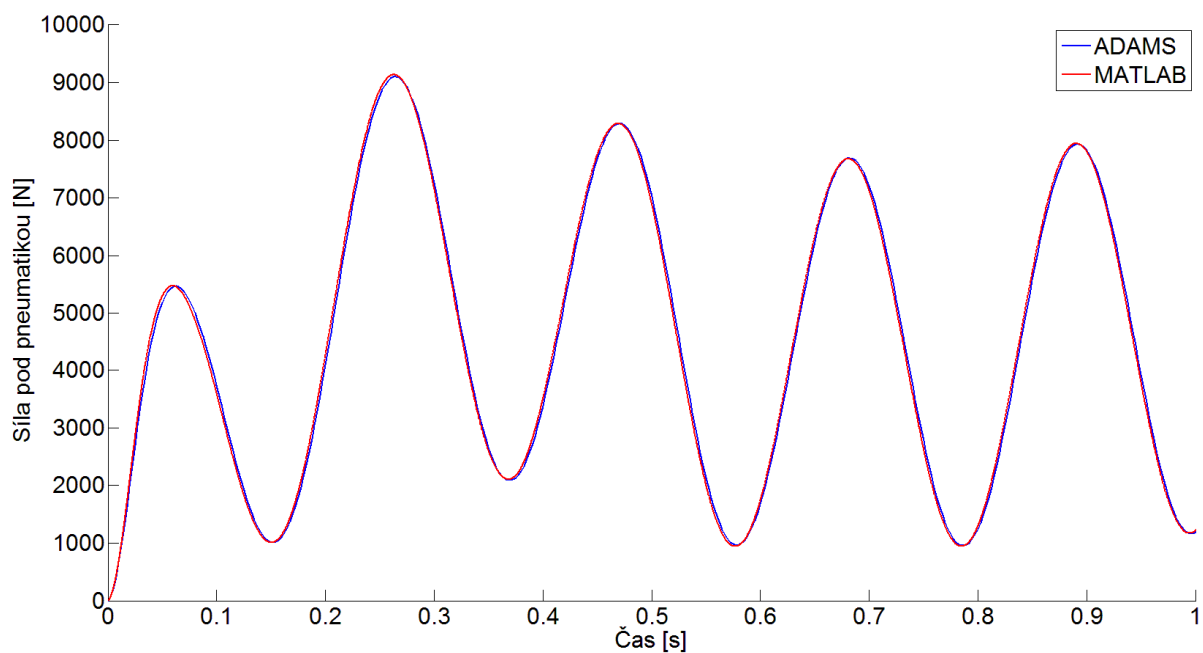
Graf. 110 Skyhook control method – poloha odpružené hmoty



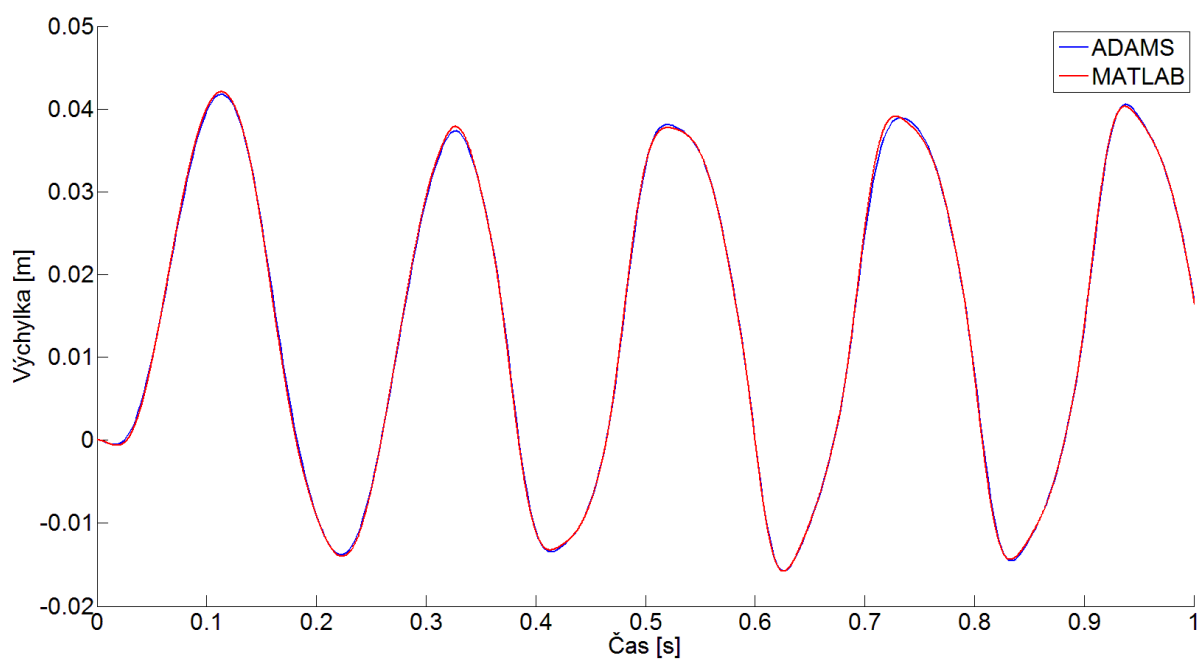
Graf. 111 Skyhook control method – rychlost odpružené hmoty



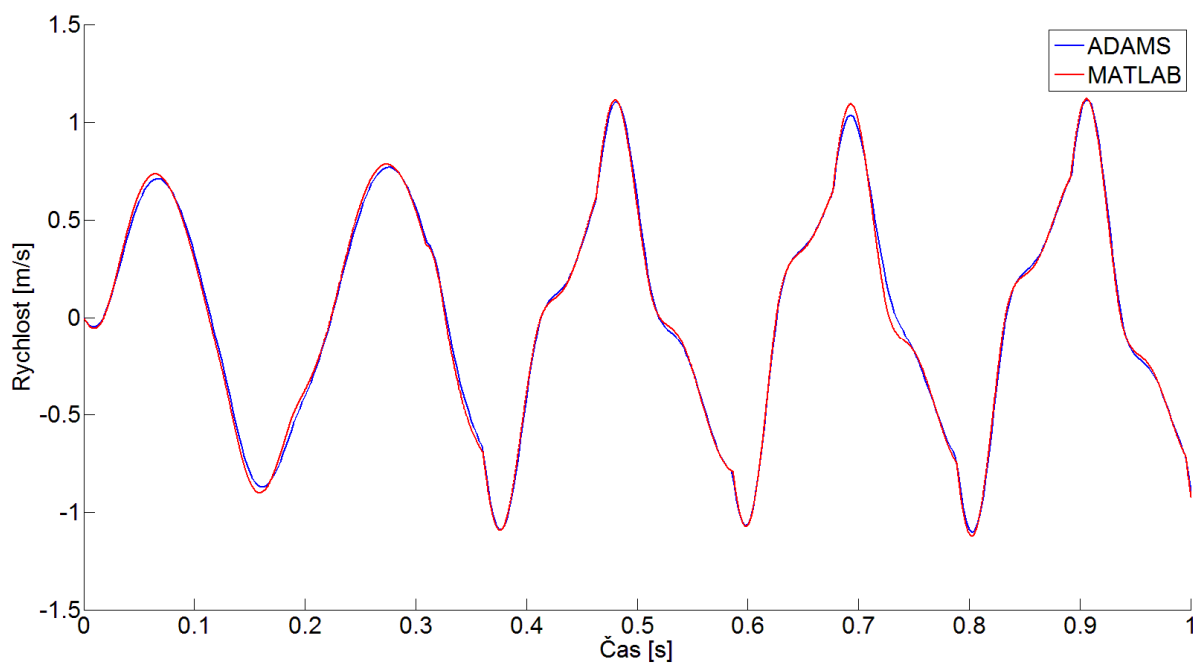
Graf. 112 Skyhook control method – zrychlení odpružené hmoty



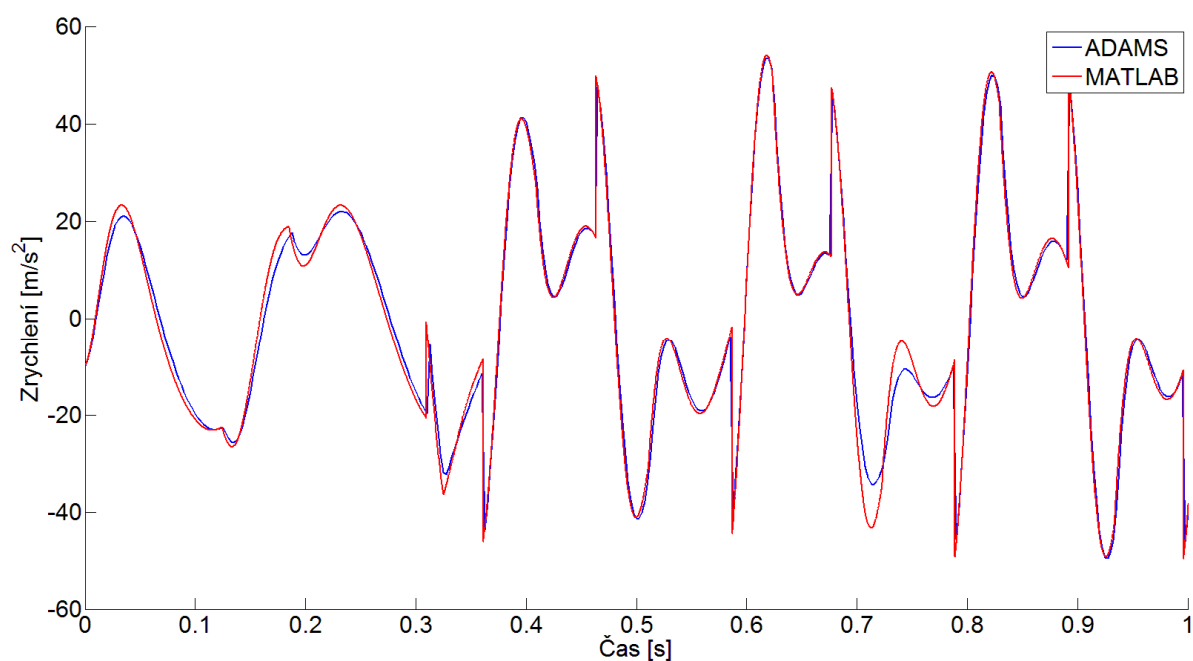
Graf. 113 Skyhook control method – síla pod pneumatikou



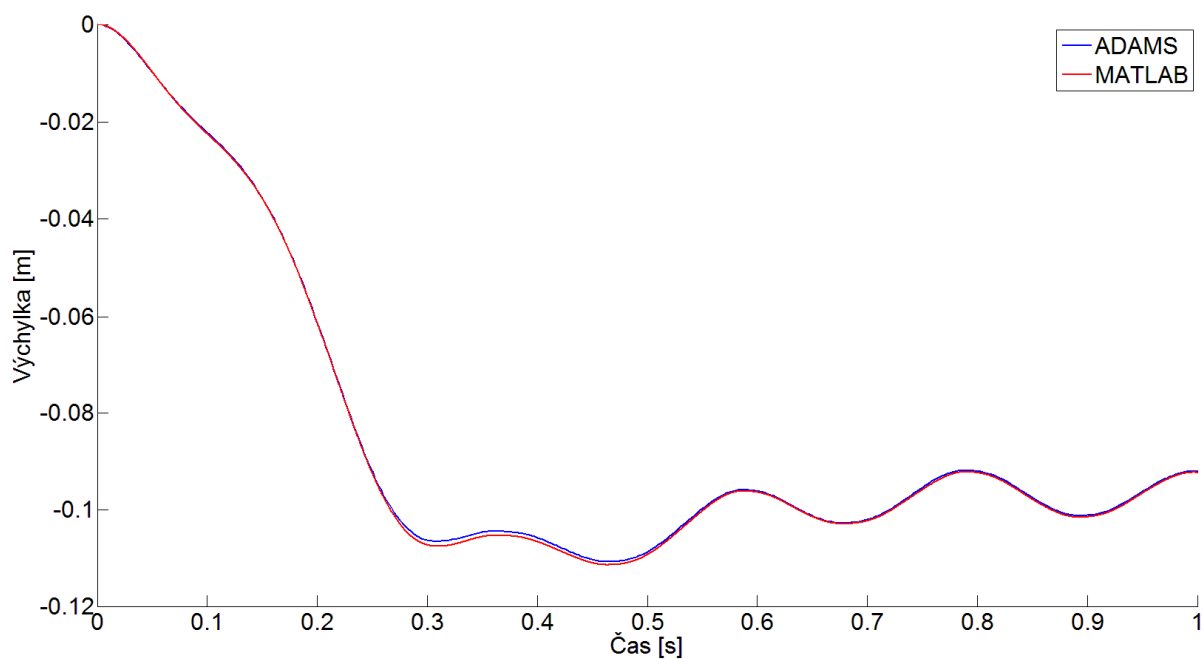
Graf. 114 Limited relative displacement control method – poloha neodpružené hmoty



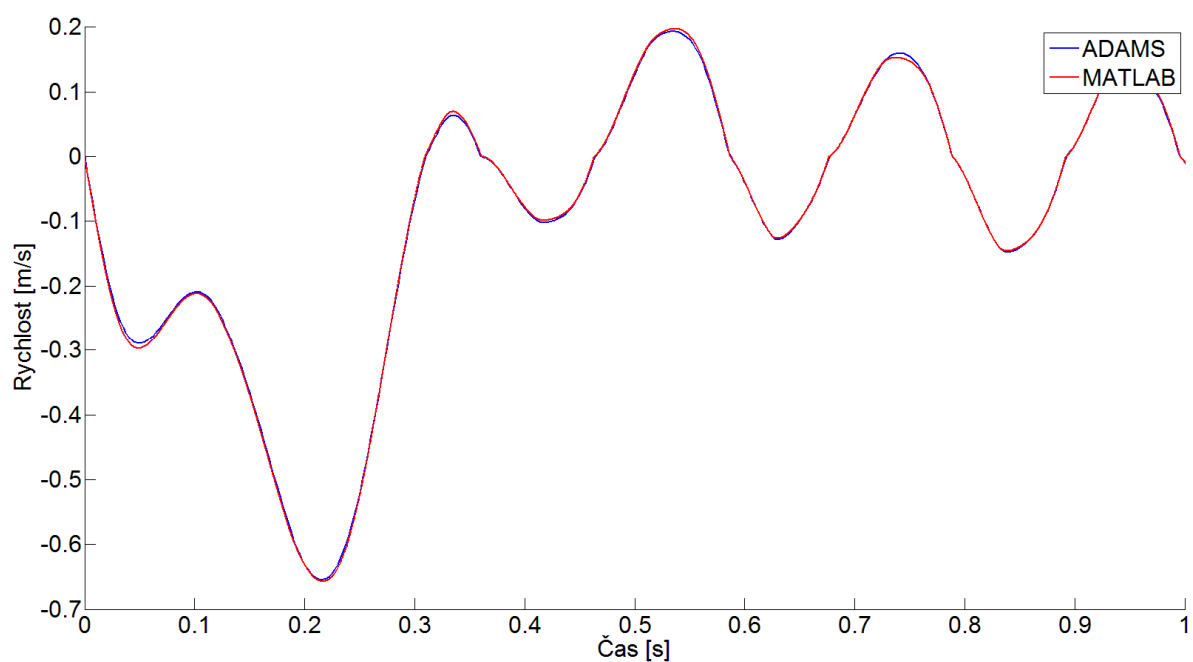
Graf. 115 Limited relative displacement control method – rychlost neodpružené hmoty



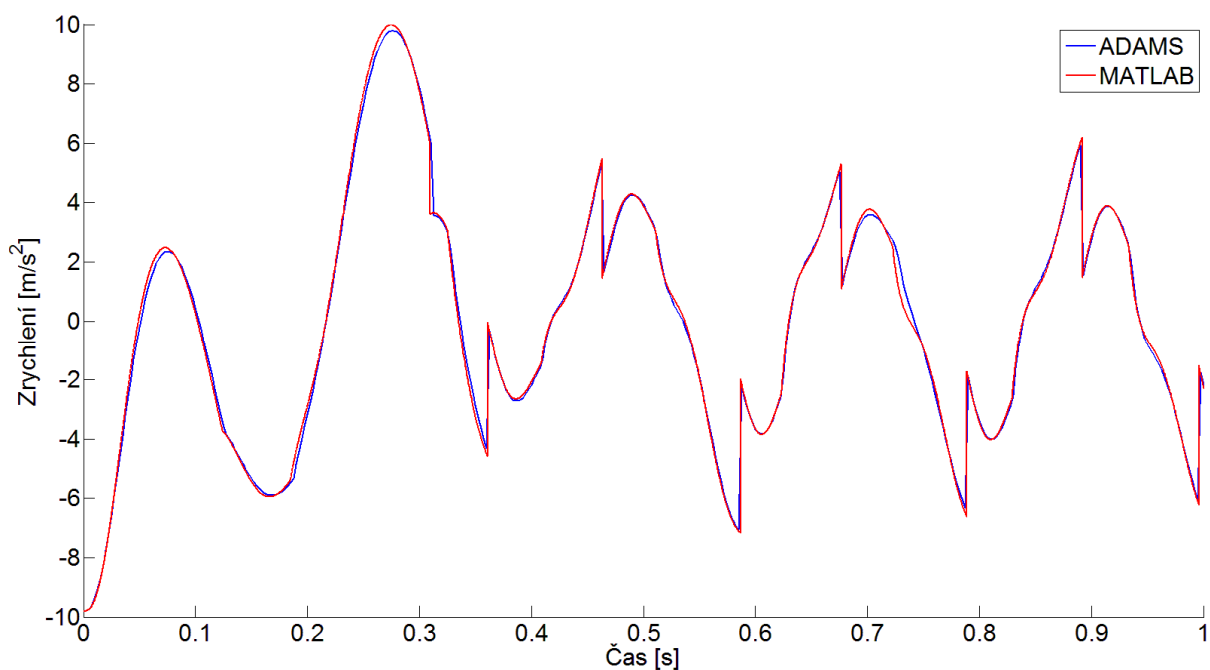
Graf. 116 Limited relative displacement control method – zrychlení neodpružené hmoty



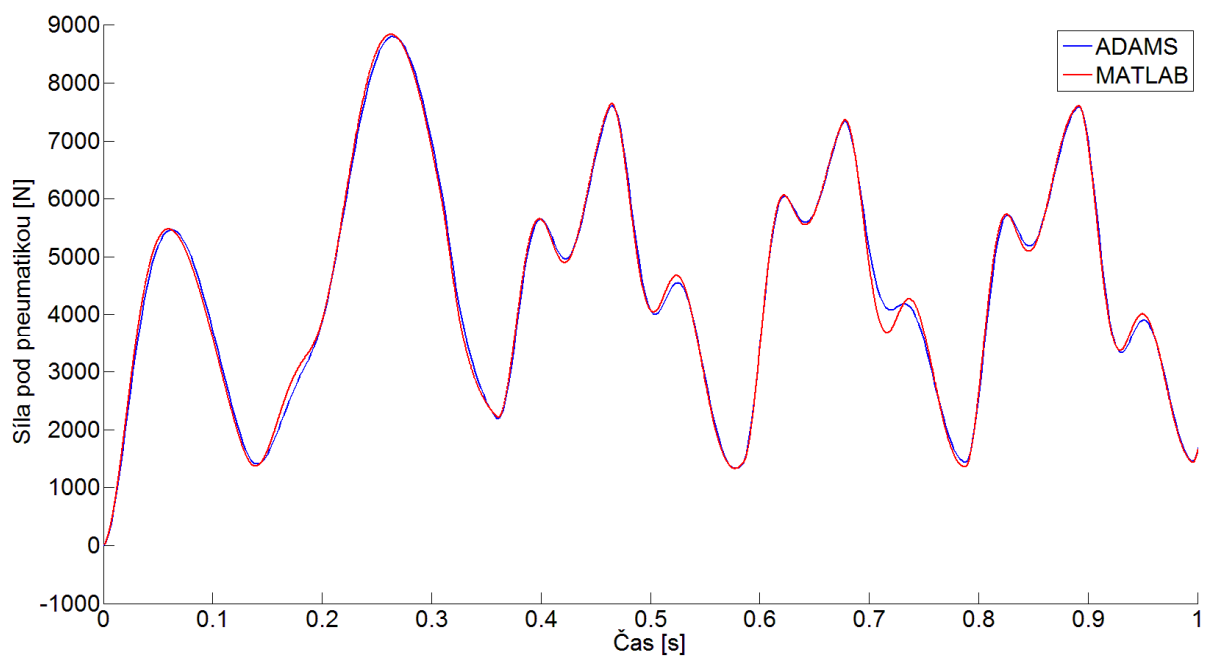
Graf. 117 Limited relative displacement control method – poloha odpružené hmoty



Graf. 118 Limited relative displacement control method – rychlost odpružené hmoty



Graf. 119 Limited relative displacement control method – zrychlení odpružené hmoty



Graf. 120 Limited relative displacement control method – síla pod pneumatikou

